

Г. И. РАССИЛЬ



# Наука о боли

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

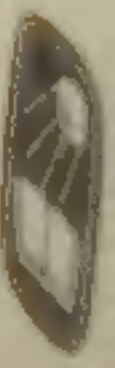


АКАДЕМИЯ

Г. Н. Б.

Наука

ИЗДАТЕЛЬС  
МОС





700  
9

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Г. Н. КАССИЛЬ

# Наука о боли



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва 1969







## О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие .. .. .	3
От автора .. .. .	5
Глава 1. Шестое чувство .. .. .	7
Глава 2. Раздражение, ощущение, рефлекс .. .. .	24
Нервная клетка .. .. .	30
Рефлекс .. .. .	35
Условный рефлекс .. .. .	39
Глава 3. Периферические механизмы болевого ощущения	44
Рецепторы .. .. .	44
Рецепторы боли .. .. .	54
Проводники возбуждения .. .. .	64
Глава 4. Центральные механизмы болевого ощущения	79
Спинной мозг .. .. .	79
Головной мозг .. .. .	82
Зрительные бугры .. .. .	85
Ретикулярная формация .. .. .	89
Кора больших полушарий мозга .. .. .	99
Глава 5. Вегетативные механизмы боли .. .. .	107
Периферическая организация вегетативных процессов	107
Центральная организация вегетативных процессов .. .. .	116
Глава 6. Химическая регуляция функций .. .. .	127
Внутренняя среда .. .. .	127
Гомеостаз .. .. .	131
Гуморальная регуляция .. .. .	134
Медиаторы .. .. .	137
Катехоламины. Ацетилхолин .. .. .	137
Гистамин .. .. .	142
Серотонин (5-окситриптамин) .. .. .	146
Мозговой барьер .. .. .	150



Глава 7. Химия боли .. .. .	162
Глава 8. Формирование болевого ощущения .. .. .	184
Протопатическая и эпикритическая чувствительность	184
Компоненты болевого синдрома .. .. .	193
Глава 9. Болевое восприятие .. .. .	202
Повышенная чувствительность к боли .. .. .	210
Пониженная чувствительность к боли .. .. .	212
Глава 10. Методы экспериментального изучения болевого ощущения .. .. .	216
Глава 11. Висцеральная боль .. .. .	234
Болевая чувствительность внутренних органов .. .. .	236
Истинная и отраженная боль .. .. .	243
Глава 12. Боль — болезнь .. .. .	257
Головная боль .. .. .	257
Мигрень .. .. .	264
Мышечная боль .. .. .	270
Фантомные боли .. .. .	272
Каузалгия .. .. .	276
Зуд .. .. .	279
Глава 13. Реакция организма на боль .. .. .	285
Боль и железы внутренней секреции .. .. .	289
Болевой синдром .. .. .	298
Шок .. .. .	306
Глава 14. Эмоциональные аспекты боли .. .. .	310
Индивидуальная оценка болевого ощущения .. .. .	310
Болевые эмоции .. .. .	320
Глава 15. Фармакология боли .. .. .	341
Болеутоляющие средства .. .. .	343
Общее обезболивание .. .. .	352
Теории и загадки наркоза .. .. .	364
Местное обезболивание .. .. .	369



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Трудно найти человека, который хотя бы раз в жизни не испытал боли. Ее боятся, избегают... Она может стать безжалостным тираном, отравляющим существование человека, но иногда, правда, гораздо реже, и благодетелем, облегчающим страдания.

Едва ли какое-либо иное ощущение может найти в словесных определениях столь большое разнообразие по сравнению с теми, какими мы характеризуем боль! Не много найдется биологов, физиологов и врачей, не старавшихся понять, что такое боль, не пытавшихся разгадать тайну ее возникновения, не искавших способов борьбы с нею.

Но хотя ощущение боли знакомо каждому, все же возникновение этого чувства, о котором автор этой книги, профессор Г. Н. Кассиль, говорит как о шестом чувстве, во многом остается загадочным и таинственным!

В своей книге, рассчитанной на читателя, не приверженного какой-либо из многочисленных «теорий» происхождения боли, профессор Г. Н. Кассиль собрал воедино огромный материал, накопленный современной наукой о боли, ее возникновении и происхождении. Им обстоятельно, с глубоким знанием предмета, рассмотрены и обсуждены все разнообразные и возможные аспекты проблемы боли.

Профессор Г. Н. Кассиль, сам много и с успехом занимавшийся изучением боли, нашел удачную форму изложения, позволившую донести до читателя все богатство, все противоречия современных знаний о возникновении и происхождении боли, избежав излишних подробностей и



преодолев многие трудности. Написать научно-популярную книгу так, чтобы она стала одновременно и строго научной и доступной для читателя, не имеющего специального образования, всегда очень трудно. Изложить же современные представления о том, что такое боль, не упрощая всех сложностей и не обременяя их избытком научных терминов и понятий,— трудно вдвойне и не всякому по плечу! Ведь боль — явление, внешне простое, обыденное и одновременно необычайно сложное. Профессор Г. Н. Кассиль сумел одолеть все эти трудности. А его книга о боли, я в этом убежден, будет с интересом и вниманием прочтена не только неспециалистами, но и уже подготовленными научными работниками — биологами и врачами.

Можно не сомневаться, что книге будет оказан должный прием самыми широкими кругами читателей и она поможет создать правильное представление о боли, рассеяв многие ошибочные, все еще распространенные взгляды на ее происхождение и роль в человеческой жизни.

*Академик В. Н. Черниговский*

В мире  
По силе

ОТ АВТО

Опыт популяризации биологической литературы говорит о повышенном интересе читателей к ведению жизни, начиная с ее молекулярных процессов и заканчивая деятельностью наиболее совершенной нервной ткани. В наши дни самые сложные вопросы становятся доступными для понимания. Читатель хорошо разбирается в загадках жизни, осведомлен об опытах с животными, о синтезе эмбрионов, о синтезе живой материи, об искусственных органах — почек, сердца, печени. Читатель говорит на должном уровне о боли, ее сущности, возникновении, ее роли в жизни. Знание болевого ощущения не требует доказательства. Читатель знает, что боль — это не просто ощущение, а сложный процесс, требующий огромного количества биологических, медицинских, психологических, философских, эстетических, этических исследований. Литература о боли в то же время полна противоречиями. Автор также давно стремится к доступности изложения.



*В мире много сил великих,  
Но сильнее человека нет на свете  
ничего.*

Софокл, «Антигона»

## ОТ АВТОРА

Опыт популяризации биологической и медицинской литературы говорит о повышенном, если не сказать — остром интересе читателей к ведущим проблемам науки о жизни, начиная с ее молекулярных основ и кончая деятельностью наиболее совершенной в природе материи — нервной ткани. В наши дни самые сложные научные истины становятся доступными массовому читателю. Он умеет хорошо разбираться в загадках тканевой несовместимости, осведомлен об опытах с искусственным выращиванием человеческих эмбрионов, знаком с открытиями в области синтеза живой материи, обсуждает проблему замещения органов — почек, сердца, даже мозга. С ним можно говорить на должном уровне и о специальных аспектах боли, ее сущности, возникновении, преодолении.

Значение болевого ощущения в жизни человека и животных не требует доказательств. И личный опыт, и опыт бесчисленных поколений живых существ заставляют нас избегать боли и бороться с ней. Не случайно проблеме боли посвящено огромное число научных исследований — биологических, медицинских, психологических, юридических — экспериментальных работ, статей, обобщений, сводок, монографий, художественных произведений, религиозных трактатов. Литература о боли буквально неисчерпаема и в то же время полна противоречий, спорных теорий, неподтвержденных гипотез. Разобраться в ней трудно подчас даже биологу или врачу.

Автор уже давно стремился изложить современные представления о боли в доступной форме, не делая скидок на недостаточное знакомство читателя с предметом и не прибегая к упрощениям и излишней популяризации. Подобного рода общедоступные научные монографии ши-



роко распространены за рубежом. Многие из них переведены на русский язык. Встречаются они и в отечественной литературе, но чаще всего посвящены вопросам физики, химии техники, значительно реже — биологии и медицине.

«Наука о боли» — не переиздание книг автора «Победа над болью» (1950 г.), «Боль и обезболивание» (1958, 1960, 1965 гг.). Это — новая книга, в которой проблема боли рассмотрена в свете современных представлений, во многом отличных от взглядов, еще недавно считавшихся непогрешимыми. Совершенно естественно, что в ней использованы некоторые фактические данные, уже известные читателям по предыдущим изданиям. Однако в основном книга перестроена, переделана, расширена и большинство глав написано заново.

Поскольку автор придает решающее значение физико-химическому направлению в естествознании, характер и некоторые особенности изложения в значительной мере определяются нейро-гуморальными и нейро-гормональными концепциями. Много из того, что написано в этой книге, — результат собственных исследований автора.

Это книга о боли. Поэтому вопросы обезболивания сведены в ней к сравнительно небольшому разделу фармакологии, в котором даны лишь общие представления о путях и задачах борьбы с болевым синдромом.

Шестое чув

Пять чувств, семь планет, семь  
математические числа пришли к нам из  
Аристотель описал пять чувств — зр  
ление, осязание. И так велик был  
разрыв между двумя с лишним тысяч лет  
вечеству чувств можно было сосчит  
руки. Лишь поэты и философы гад  
какого-то потустороннего и полу  
чувства, забывая о том, что пр  
меньше и больше соответствуют ра  
вещных знаний.

На пороге третьего тысячелетия  
говорить о шестом, седьмом и да  
Доказано, что центральная нервная  
робую и точную информацию обо  
организме и окружающем его мире  
нам на разные волны воспринимаю  
ищих механизмов. Наши органы ч  
продолсе длительной эволюции, чрез  
то же время исключительно совершен  
ролы.

Зрение, слух, вкус, обоняние, ося  
зание и животным ориентироваться  
и восприятию действительности. Ор  
организма принадлежат к так назыв  
рецепторам (воспринимающим при  
бору информации о событиях, совер  
емых. Другие рецепторы сигнализи  
организма на поверхности тела, в



## Шестое чувство

Пять чувств, семь планет, семь чудес света. Эти магические числа пришли к нам из Древней Греции. Еще Аристотель описал пять чувств — зрение, слух, вкус, обоняние, осязание. И так велик был его авторитет, что в течение двух с лишним тысяч лет число известных человечеству чувств можно было сосчитать по пальцам одной руки. Лишь поэты и философы гадали о существовании какого-то потустороннего и полумистического «шестого чувства», забывая о том, что привычные схемы все меньше и меньше соответствуют растущему объему человеческих знаний.

На пороге третьего тысячелетия нашей эры можно говорить о шестом, седьмом и даже десятом чувствах. Доказано, что центральная нервная система получает подробную и точную информацию обо всем, что происходит в организме и окружающем его мире, с помощью настроенных на разные волны воспринимающих и расшифровывающих механизмов. Наши органы чувств, развившиеся в процессе длительной эволюции, чрезвычайно сложные и в то же время исключительно совершенные достижения природы.

Зрение, слух, вкус, обоняние, осязание позволяют человеку и животным ориентироваться во внешней среде и в восприятии действительности. Органы зрения, слуха и обоняния принадлежат к так называемым дистантным рецепторам (воспринимающим приборам). Они передают мозгу информацию о событиях, совершающихся на расстоянии. Другие рецепторы сигнализируют о явлениях, происходящих на поверхности тела, во внутренних органах, в тканях и клетках организма. Они получили название контактных рецепторов.



Развитие органов чувств шло в процессе эволюции одновременно с развитием мозга, с совершенствованием его, с превращением в высшее достижение природы — человеческий мозг.

«...С дальнейшим развитием мозга, — пишет Ф. Энгельс, — шло дальнейшее развитие его ближайших орудий — органов чувств. Подобно тому как постепенное развитие речи неизменно сопровождается соответствующим усовершенствованием органов слуха, точно так же развитие мозга вообще сопровождается усовершенствованием всех чувств в их совокупности. Орел видит значительно дальше, чем человек, но человеческий глаз замечает в вещах значительно больше, чем глаз орла. Собака обладает значительно более тонким обонянием, чем человек, но она не различает и сотой доли тех запахов, которые для человека являются определенными признаками различных вещей. А чувство осязания, которым обезьяна едва-едва обладает в самой грубой, зачаточной форме, выработалось только вместе с развитием самой человеческой руки, благодаря труду»<sup>1</sup>.

Органы чувств ориентируют человека во внешней среде. Попробуйте их выключить — весь бесконечно многообразный, полный сверкания красок, звуков, движений мир, беспредельный и безграничный, как бы исчезает для нас во всей своей красоте. Мы перестаем его воспринимать, видеть, слышать, ощущать.

Амеба не нуждается в специальных органах чувств. Она примитивно реагирует на отсутствие или наличие света и переползает из ярко освещенного пространства в тень. Но обезьяна не может совершать свой путь по деревьям, если органы чувств не будут ее безупречно осведомлять о реальном мире, в котором она находится. Чем чувствительнее животное к внешним раздражениям, тем тоньше оно различает детали окружающих его предметов, тем больше у него шансов выжить в борьбе за существование, сохранить жизнь, вырастить потомство.

Все живое на нашей планете воспринимает бесконечное количество стимулов, раздражителей, сигналов. Далеко не все они имеют для живых организмов одинаковое значение, не все доходят до нашего сознания. Ведь чувства человека и животных ограничены и количественно, и

<sup>1</sup> Ф. Энгельс. *Диалектика природы*, Политиздат, 1964, стр. 148.



качественно. Человек не ощущает радиоволн, не воспринимает космических излучений, не видит инфракрасных, ультрафиолетовых и многих иных лучей, не слышит очень высоких или слишком низких тонов, не имеет, подобно миногам, специальных рецепторов для электрических тонов. В этом плане он уступает летучей мыши, которая «слышит» ультразвуки, пчеле или бабочке, различающим ультрафиолетовые волны. Однако исследования последних лет показали, что человеческий глаз может увидеть свет не только с длиной волны от 400 до 760 тысячных долей микрона (ммк), как это было принято думать. Достаточно сильный раздражитель вызывает ощущение света, излучая и более короткие, и более длинные волны, которые в обычных условиях не вызывают зрительного восприятия. Так, например, чрезвычайно интенсивное инфракрасное излучение с длиной волны в 955 ммк представляется нам иногда красным, иногда грязно-оранжевым, иногда беловатым. В зависимости от длины волны изменяется также цвет ультрафиолетовых излучений. Лучи с длиной волны в 390 ммк оцениваются как фиолетовые, в 365 и 334 ммк — как синие, а лучи в 302 ммк ощущаются в виде голубого или серого свечения.

Сколько световых, звуковых, магнитных волн окружает нас! Одни из них врываются в земную атмосферу из мирового пространства, другие разносятся мощными радиостанциями по всему земному шару. Они бомбардируют стены наших комнат, рецепторы нашего тела, нашу нервную систему, но мы равнодушны к их присутствию. Мы их не слышим, не видим, не ощущаем. И лишь включив радиоприемник, мы начинаем понимать, сколько радиоволн различной длины и различной интенсивности, от ультракоротких до самых длинных, заполняет нашу комнату, окружает наше тело и наш мозг, стучит в наши органы чувств и не находит соответствующих воспринимающих приборов в нашем организме.

Если бы наше сознание воспринимало все сигналы, поступающие из внешней среды, жизнь практически стала бы невозможной. Миллионы самых разнообразных, противоположно действующих, различных по своей интенсивности сигналов вмешивались бы в деятельность нашего мозга и нарушали гармоническую слаженность физиологических процессов. Вот почему природа ограничила восприятие некоторых несущественных импульсов из



внешней среды. Отбрасывая лишнее, ненужное, наше сознание получает необходимую информацию, без которой оно не могло бы ориентироваться в сложных взаимоотношениях окружающего мира.

Вероятно, то же самое можно сказать и об отборе сигналов, поступающих из внутренней среды нашего организма. В головной и спинной мозг посылают информацию все клетки, органы и ткани нашего тела. Самые незначительные колебания и сдвиги в химическом составе, физических и биологических свойствах крови и тканевой жидкости незамедлительно оцениваются центральной нервной системой. Изменение температуры, нарушение осмотического давления, недостаток кислорода, избыток углекислоты, сдвиги в соотношении солей, белков, жиров, углеводов, повышение и снижение кровяного давления, расширение и сужение сосудов, мышечное напряжение и т. д. — все это воспринимается рецепторами внутренних органов, регистрируется, учитывается, объединяется, выправляется, компенсируется нервной системой. Бесперебойная регуляция и саморегуляция многоплановой жизнедеятельности организма осуществляется автоматически, с необычайной точностью и закономерностью.

Какими же чувствами владеем мы, помимо пяти основных? Наши знания не позволяют ответить на подобного рода вопросы. Как ни парадоксально, но число известных нам чувств растет по мере развития анатомии, физиологии, биохимии, фармакологии. По личному опыту мы знаем, что существует, хоть и не очень совершенное, чувство времени, нечто вроде биологических часов, заложенных в нашем сознании. Каждому знакомо чувство погоды. И животные, и люди владеют чувствами ориентировки, препятствия, направления, равновесия, вибрации. Без труда мы определяем более тяжелый из двух предметов, который держим в правой и левой руке. Это очень тонкое чувство контраста нередко высоко развито у человека.

Какое чувство должно называться шестым? Очевидно, только чувство боли может претендовать на шестое место в схеме Аристотеля. Оно как бы дополняет каждое из основных чувств и в то же время остается самостоятельным и независимым от них. Именно боль является тем шестым чувством, без которого немыслима жизнь на земле.



С незапамятных времен люди смотрят на боль как на сурового и неизбежного спутника. Не всегда человек понимает, что она верный страж, бдительный часовой организма, постоянный союзник и деятельный помощник врача. Именно боль учит человека осторожности, заставляет его беречь свое тело, предупреждая о грозящей опасности и сигнализируя о болезни. Во многих случаях боль позволяет оценить степень и характер нарушения целостности организма.

«Боль — это сторожевой пес здоровья», — говорили в Древней Греции. И в самом деле, несмотря на то что боль почти всегда мучительна и угнетает человека, снижает его работоспособность, лишает сна, она необходима и до известных пределов полезна. Чувство боли предохраняет нас от обморожения и ожогов, предупреждает о грозящей опасности. При сильном морозе, когда коченеет тело, боль нередко спасает человека от гибели. Боль не позволяет положить руку в огонь или схватить раскаленный кусок железа. Боль защищает от обжигающих лучей солнца и ледяного дыхания ветра. Человек, лишенный чувства боли, превратился бы в игрушку стихий, в жалкую жертву каждой случайности. Он узнавал бы о ранах и язвах на своем теле, только увидев или нащупав их. Кровотечение, ожог, злокачественная опухоль не привлекали бы его внимания. Зачастую он мог бы погибнуть еще до того, как разглядел смертельную рану или заметил оторванную снарядом конечность.

Известный английский физиолог Чарльз Шеррингтон считает, что боль «в корне целесообразна». Его соотечественники Джозеф Баркрофт и Джон Парсонс развивают и поддерживают ту же точку зрения. У них не возникает сомнений, что «физическая боль — это психическое дополнение к защитному рефлексу». Вот что пишет об этом Баркрофт<sup>1</sup>:

«Человек, которого я назову А., 21 года, студент, проживал на курорте для ревматиков. Он чувствовал в плече и руке боль, которая с некоторых пор усилилась и которую он считал ревматической, но не обращал на нее серьезного внимания; однако, будучи на курорте, он решил

<sup>1</sup> Дж. Баркрофт. Основные черты архитектуры физиологических функций. Биомедгиз, 1937, стр. 306.



посоветоваться с врачом. Доктор С. сообщил ему, что он страдает не ревматизмом, но болезнью сердца, и если он будет вести такой образ жизни, который ведет, то вскоре умрет, однако если он примет некоторые меры предосторожности, то его сердце может быть вылечено. Страховое общество согласилось застраховать жизнь А. только на очень ограниченный срок и за очень высокую премию. А. выполнил советы д-ра С. Ему теперь 60 лет. Когда он после войны захотел увеличить страховку, то же страховое общество выдало ему полис за обычную страховую премию... Один из сыновей А., В., когда ему было 10 лет, заболел и почувствовал боль; доктор, находившийся в доме, диагностировал аппендицит. В. был оперирован, и его аппендикс был найден в очень скверном состоянии и весьма нуждался в удалении. Возможно, что боль спасла В. жизнь.

Боль, связанная с сердцем А., а также с аппендицитом В., имела определенное биологическое значение для сохранения жизни. Простое вычисление показывает, что если бы А. умер примерно в 25 лет, то средняя продолжительность жизни населения Англии уменьшилась бы на  $\frac{3}{4}$  секунды, в то время как существование А. в юношеском возрасте увеличивает продолжительность жизни англичан на  $\frac{1}{4}$  секунды. А так как А. и В. доживут до старости, благодетельное значение испытанной ими боли делается еще большим. К этому надо добавить тот биологический факт, что А. сохранил свою жизнь и продолжил свой род.

Очевидно, то, что произошло с А. и В., случается часто вокруг нас, и хотя я не располагаю статистическим материалом, чтобы сказать, как много жизней спасено чувством боли, но не думаю, что я очень рискую, говоря, что число спасенных, особенно молодых жизней, достаточно, чтобы придать чувству боли весьма значительную ценность для сохранения жизни».

Много лет назад, выступая на торжественном собрании Юрьевского университета, профессор В. Ф. Чиж в своей речи, посвященной проблеме боли, сказал: «...Боль является самой первой реакцией на убивающее живую ткань раздражение, и самое ничтожное раздражение, например укол булавки, капля уксусной кислоты, вызывает боль, хотя разрушение, причиненное этим раздражением, так ничтожно, что иногда в присутствии его мы не можем убе-



даться имеющимися в нашем распоряжении методами исследования. Боль можно рассматривать как предупреждение об опасности; она сообщает организму, что, если раздражение будет продолжаться и будет интенсивнее, живая ткань, составляющая организм, превратится в мертвую ткань. ...Боль действительно предупреждает о грядущей возможной опасности, но вместе с тем она сообщает, что часть живой ткани, при слабом раздражении весьма ничтожная, разрушается, превращается в мертвую; боль сообщает, что данное раздражение не только вообще вредно для индивидуума, но и непосредственную часть его, хотя и ничтожную превращает в мертвую. Раздражения, вызывающие неприятные ощущения, вредны для индивидуума; раздражения, вызывающие боль, разрушают большую или меньшую часть живой ткани, составляющей организм»<sup>1</sup>.

Вышедший в 1789 г. Словарь Академии Российской называет боль «чувствованием скорби в какой-нибудь части животного тела, от чрезмерного напряжения чувственных жил встречающееся». А Спиноза рассматривал боль как «печаль», поразившую тот или другой участок тела. Если же печаль распространяется на душу, она приводит к меланхолии.

Советский физиолог П. К. Анохин утверждает, что боль — это своеобразное психическое состояние человека, определяющееся совокупностью физиологических процессов в центральной нервной системе, вызванных каким-либо сверхсильным или разрушительным раздражением. «Боль, — говорит французский невролог Бодуэн, — это не что иное, как деятельность нервных центров, возбужденных возникшим на периферии раздражением». Приблизительно теми же словами формулирует понятие о боли чешский хирург и патофизиолог Ирасек.

Венгерский ученый Хораньи расценивает боль как сигнал об угрожающем воздействии на организм. Боль сосредоточивает и организует силы организма, направленные на устранение вредного воздействия и восстановление нормальной деятельности органов и физиологических систем.

Философы и психологи говорят и пишут о болевых ощущениях, о страданиях и душевных переживаниях, аб-

<sup>1</sup> В. Ф. Чижевский. Боль. «Вопросы философии и психологии», 1899, т. 10, стр. 269.



страгируясь и отвлекаясь от конкретного страдающего человека, больные — о неудобствах, жжении, зуде, распирании, мучительном чувстве боли, рассматривая свое тело как личную собственность. Каждый вкладывает в это понятие субъективные представления, особенности и своеобразие своего мышления. Можно было бы привести немало различных оценок боли. Вряд ли это внесло бы что-либо новое в понимание сущности болевого ощущения.

Очень хорошо сказал в своих дневниках знаменитый французский писатель Альфонс Доде, тяжело страдавший от болей, вызванных спинной сухоткой: «Не существует общего определения боли. Каждый больной делает себе свою боль, а муки меняются, как голос певца, в зависимости от акустики зала».

При этом нельзя не вспомнить, что один из самых крупных исследователей проблемы боли, английский физиолог Томас Льюис признавался, что он «далек от возможности удовлетворительно объяснить боль». Даже Лериш, известный французский хирург, автор книги «Хирургия боли», незадолго до смерти писал: «Если бы мы точно знали, что представляет собой боль, было бы меньше неудач при нашем лечении». А американский электрофизиолог Гассер был «почти уверен», что никогда не сможет «сформулировать определение боли».

Всякое ли раздражение вызывает боль? В. Ф. Чиж полагает, что все раздражения, которые не могут убить человека, — сильный свет, сильный звук, отвратительный запах, вещества, отвратительные на вкус, но не разрушающие дыхательных путей и пищеварительного канала, — не причиняют боли.

Раздражения, которые могут убить человека (ядовитые вещества, механические раздражения, электрический ток, жар, холод), — причиняют боль. Из этого следует, что боль вызывают раздражения, убивающие живую ткань, превращающие ее в мертвую. Яд только тогда вызывает боль, когда разрушает или умерщвляет ткань, на которую он воздействовал, или когда настолько нарушает деятельность всего организма, что живые ткани превращаются в мертвые.

Несмотря на то что современная наука внесла много нового в учение о боли, эти положения, высказанные более полувека назад, в известной степени сохранили свое значение.



Испытывая болевое раздражение, организм защищает-  
ся от опасности, принимает меры к ее устранению. При-  
коснувшись к раскаленному утюгу, мы отдергиваем руку,  
наступив на гвоздь, делаем резкое движение назад или в  
сторону. В этих случаях боль является бесспорным защит-  
ным механизмом, отсутствие которого могло бы нанести  
организму непоправимый вред. Так же обстоит дело при  
многих заболеваниях, при опасности, угрожающей здо-  
ровью и жизни. Боль сигнализирует о болезни, предупре-  
ждает о расстройстве деятельности как всего организма,  
так и отдельных органов. Она помогает врачу распознать  
заболевание, нередко указывает правильный путь лечения.

Жалуясь на боль, больной хочет узнать, что с ним,  
а врач стремится выяснить причину и локализацию пато-  
логического процесса. В этих случаях последний напоми-  
нает детектива, ищущего преступника. Так по крайней  
мере определяет роль врача американский психоневролог  
Шац. И здесь бесспорна защитная роль болевого ощу-  
щения.

Но в то же время боль — самый жестокий враг челове-  
ка. Он лишает его сил, подавляет и угнетает его психику,  
делает людей слабыми, беспомощными. Все помыслы че-  
ловека, испытывающего боль, направлены на то, чтобы от  
нее избавиться, заглушить всеми доступными средствами.

Боль играет положительную роль в жизни живых су-  
ществ до тех пор, пока она предохраняет организм от гро-  
зящей ему опасности. Она приносит пользу, подобно огню,  
когда он согревает, а не сжигает, подобно воде, когда она  
орошает, а не затопляет.

До тех пор, пока боль предупреждает о грозящей опас-  
ности, о болезни, о нарушении целостности организма, она  
нужна и полезна. Как только информация учтена и боль  
превращается в страдание, ее необходимо выключить. Од-  
нако боль далеко не всегда прекращается после того, как  
ее защитная функция выполнена. Человек не в состоянии  
по собственному желанию прекратить боль в тот час, ког-  
да она становится не только излишней, но из друга превра-  
щается в врага. Люди не могут управлять своими болевы-  
ми ощущениями, смягчить их или устранить одним уси-  
лием воли.

Если боль длится долго, если болевые раздражения  
продолжают бомбардировать нервную систему, если че-  
ловек не в состоянии преодолеть боль, она постепенно



покоряет его сознание. Она заполняет все его существование, направляет его мысли, расстраивает сон, дезорганизует функции его организма. Когда боль становится хронической и невыносимой, психика больного претерпевает глубокие изменения. Возникают состояния, близкие к определенным душевным расстройствам, напоминающим маниакальные, депрессивные, шизофренические.

\* \* \*

Для физиолога боль сводится к аффективной, эмоциональной окраске ощущения, вызванного неосторожным прикосновением, теплом, холодом, ударом, уколом, порезом. Для врача проблема боли решается относительно просто — это предупреждение о нарушении функций. Медицина рассматривает боль с точки зрения пользы, которую она приносит организму и без которой болезнь может стать неизлечимой еще до того, как ее удастся обнаружить. Врач заинтересован в правильном понимании боли. Для него это диагностический признак на самых ранних стадиях заболевания. Его интересуют повреждение тканей, нарушение нервной проводимости, расстройство центральных нервных механизмов, воспринимающих болевое раздражение и перерабатывающих его в чувство боли.

Впрочем, и врач не должен переоценивать значение болевого симптома. Слишком часто встречаются в его практике ситуации, когда боль не только не помогает распознать болезнь, но лишь осложняет и запутывает диагноз. Выдающийся советский физиолог Л. А. Орбели говорил, что «боль является сигналом, симптомом различных болезненных патологических процессов, разыгрывающихся в тех или иных частях организма. Затем боль является результатом раздражений, переходящих уже в определенную интенсивность и связанных обычно с разрушительным действием на организм. Следовательно, мы можем рассматривать и рассматриваем боль как сигнал опасности угрожающих явлений для организма и как защитное приспособление, вызывающее специальные защитные рефлексные реакции»<sup>1</sup>.

«Боль, — писал в одной из своих книг видный советский патолог И. В. Давыдовский, — формально патологическое

<sup>1</sup> Л. А. Орбели. Некоторые основные вопросы проблемы боли. Труды Военно-медицинской академии, 1935, т. 2, стр. 233.



явление, снижающее трудоспособность, часто симптом серьезной болезни. Но боль — это болевой импульс, служащий спасению организма», Давыдовского дополняет американский ученый Норберт Винер, основоположник современной кибернетики: «Нет более ужасной судьбы индивидуума, страдающего от отсутствия ощущения боли».

Но хотя защитная роль боли в жизни человека и животных велика и несомненна, все же ее не следует преувеличивать. К сожалению, большинство заболеваний внутренних органов, особенно тяжелых, нередко неизлечимых, возникает в нашем организме, не вызывая ни малейшей боли. Болезнь, как говорил Лериш, это драма в двух актах, из которых первый разыгрывается в наших тканях при потушенных огнях, в глубокой темноте, даже без намека на болевое ощущение. И лишь во втором акте начинают зажигаться свечи, предвестники пожара, потушить который в одних случаях трудно, в других невозможно. Вот в этот момент возникает боль. Как прорвавшаяся лавина, затопляет она наше сознание, для того чтобы сделать еще более печальным, еще более сложным и трудным ничем не поправимое положение.

Боль не предостерегает нас от злокачественной опухоли, которая нередко становится болезненной только в тот момент, когда борьба с ней почти безнадежна, от туберкулеза, который вызывает болевое ощущение лишь в далеко зашедших стадиях, от сердечных заболеваний, протекающих до поры до времени совершенно безболезненно. Существуют заболевания абсолютно неизлечимые, протекающие без всякого намека на болевое ощущение, как, например, распространенная атрофия коры головного мозга.

И в то же время мы мучительно переживаем жестокие боли при невралгиях тройничного или седалищного нервов, хотя они ни о чем нас не предупреждают и ни от чего не защищают. Невыносимые почечные и печеночные колики возникают в тот момент, когда организм пытается протолкнуть в мочеточник или желчный проток камень, о существовании которого ни сам больной, ни лечащие его врачи даже не догадывались. Нервные приборы почечных лоханок или желчного пузыря не сигнализировали о накоплении солей, о постепенном образовании камня. Боль возникла в тот момент, когда процесс сделался необратимым и в некоторых случаях неизлечимым.



О взглядах Лериша на сущность и значение болевых ощущений писали много. Но, надо признаться, не столько излагали, сколько извращали суждения этого выдающегося ученого и философа. Лериш считает, что боль не является физиологическим чувством, подобно осязанию, зрению, вкусу, обонянию и слуху. Это шестое чувство не предусмотрено среди других чувств, без которых человек или животное не могут существовать. Боль относится к патологии, вернее, к чувствам, рожденным патологическим процессом. Но это вовсе не значит, и Лериш никогда этого не говорил, что боль не познаваема, что она находится за пределами человеческого разума и ее нельзя изучать при помощи современных методов исследования.

В течение многих столетий философы и поэты внушали человечеству, говорит Лериш, что в аспекте морали боль является благодеянием, что это только слово, отвлеченное понятие, с которым легко справляется смелая и горячая душа человека. Стоическое преодоление боли — вот высшее достижение духа и одновременно признание беспомощности врача перед лицом боли. Лериш ввел в медицину понятие о «боли-болезни» и считал, что боль следует лечить так же, как и все другие заболевания человека.

В своем вступительном слове на Парижском симпозиуме по боли, состоявшемся в 1967 г., его председатель А. Сулерак сказал, что современная наука должна отбросить представление о боли как о благодеянии. Если на первом этапе тяжелой трагедии, разыгрывающейся в организме и названной болью, в игру вступают сложные защитные механизмы, направленные на ликвидацию причин, вызывающих болевое ощущение, то на втором этапе наступает полная дезорганизация системы регуляции функций. Высшие нервные центры получают из болевых очагов невероятно обостренную, не соответствующую истинному положению дел информацию и посылают к органам-исполнителям хаотические импульсы. Болевое ощущение превращается в страдание, сопровождающееся целой серией эмоциональных нарушений и аффективных проявлений. Возникает тот вид человеческой деятельности, который получил образное наименование «болевое поведение».

Каждый лечащий врач знает, как часто боль превращается в болезнь, как легко, особенно при хронических заболеваниях, она сама создает патологию, которой без нее не существовало бы вовсе.

Обо всем этом с  
писал Л. Н. Толстой  
«...Но вдруг в сер  
кого внимания на  
сущее дело. Иван  
о ней, но она пред  
былась прямо перед  
нел. огонь тух в гла  
себя: «Неужели толь  
чинные с удивлени  
кой блестящий, тонк  
встряхивался, старал  
конца заседание и во  
ялем, что не может п  
от него то, что он хо  
не может избавиться  
то, что она отвлекала  
что-нибудь, а только  
прямо ей в глаза, см  
невыразимо мучился»  
И дальше, уже не  
начался тот три дня в  
был ужасен, что нельзя  
слышать его... Все три  
него не было времени  
в который просовывал  
ла. Он бился, как бьет  
смерти, зная, что он н  
той он чувствовал, что  
ближе и ближе стано  
чувствовал, что муче  
в эту черную дыру, и  
пролезть в нее».  
Вот почему перед  
до сих пор не решен  
лать болевые м  
нее болевой существ  
нормального сигнализ  
ся в болевой возр  
нормально во время с  
и зловые боли, кото  
тма превратиться в



Обо всем этом с удивительной проницательностью написал Л. Н. Толстой в повести «Смерть Ивана Ильича».

«...Но вдруг в середине боль в боку, не обращая никакого внимания на период развития дела, начинала свое сосущее дело. Иван Ильич прислушивался, отгонял мысль о ней, но она продолжала свое, и она приходила и становилась прямо перед ним и смотрела на него, и он столбенел, огонь тух в глазах, и он начинал опять спрашивать себя: «Неужели только она правда?» И товарищи и подчиненные с удивлением и огорчением видели, что он, такой блестящий, тонкий судья, путался, делал ошибки. Он встряхивался, старался опомниться и кое-как доводил до конца заседание и возвращался домой с грустным сознанием, что не может по старому судейское дело его скрыть от него то, что он хотел скрыть; что судейским делом он не может избавиться от нее. И что было хуже всего — это то, что она отвлекала его к себе не затем, чтобы он делал что-нибудь, а только для того, чтобы он смотрел на нее, прямо ей в глаза, смотрел на нее и, ничего не делая, невыразимо мучился».

И дальше, уже незадолго до конца. «С этой минуты начался тот три дня не перестававший крик, который так был ужасен, что нельзя было за двумя дверями без ужаса слышать его... Все три дня, в продолжение которых для него не было времени, он барахтался в том черном мешке, в который просовывала его невидимая непреодолимая сила. Он бился, как бьется в руках палача приговоренный к смерти, зная, что он не может спастись; и с каждой минутой он чувствовал, что несмотря на все усилия борьбы, он ближе и ближе становился к тому, что ужасало его. Он чувствовал, что мученье его и в том, что он всасывается в эту черную дыру, и еще больше в том, что он не может пролезть в нее».

Вот почему перед медицинской наукой стоит важная, до сих пор не решенная задача — научиться управлять болевыми ощущениями. Животное, лишенное болевой чувствительности, обречено на гибель. Для нормального существования и животные, и люди нуждаются в болевой сигнализации. Но в то же время человека необходимо вовремя освободить от сжигающей его силы и здоровье боли, которая каждую минуту может из симптома превратиться в болезнь.



Обычно различают боль сильную, среднюю и слабую. Сильная боль — боль невыносимая, снижающая физические способности и силу человека, изменяющая и уничтожающая его человеческие духовные качества, изнашивающая его, толкающая иногда на самоубийство. Она ломает человека. Он перестает сдерживаться и, не считаясь с окружающими, кричит, стонет, плачет. Самое страшное, что не всегда сильная боль является признаком тяжелого заболевания и показателем непосредственной угрозы жизни. Нередко боль умеренная, терпимая говорит о гораздо большей опасности, чем сильная боль, от которой, по образному выражению, «стынет кровь в жилах».

Патологический подход к изучению боли, отмечает Шац, заключается в оценке условий, заставляющих человека в разных жизненных ситуациях фиксировать свое внимание на болевых ощущениях или их игнорировать.

Нередко говорят и пишут о психогенных и воображаемых болях. Но вот что любопытно. Эти определения и врачи, и больные всегда с некоторым оттенком неуважения или иронии готовы приложить к чужой боли, но никогда не относят к своей. О собственной боли мы, как правило, говорим с большой буквы и никогда не включаем ее в разряд воображаемой.

Нельзя делить боли на органические и психические, утверждает Шац, так же как нельзя делить убийц на настоящих и изображенных на сцене. Трагики — не убийцы, и воображаемые боли — не боли. Сценическое убийство не имеет жертв, а воображаемая боль — повреждений. Воображаемые боли — боли психические, умственные, и лечить их должны психиатры. Здесь особенно велики требования, предъявляемые к медицине. От умения, опыта и принципиальности врача зависит не только спокойствие, но подчас и жизнь больного.

Проблема боли изучается в клиниках и лабораториях разных стран. Было предпринято немало попыток установить единую классификацию болевых ощущений, хотя вряд ли это возможно на современном уровне знаний. Писали о боли органической и психогенной, воображаемой, функциональной, психической и даже изображаемой. Спорили о том, всякая ли боль реальна, может ли боль возникнуть в нашем сознании без материальной основы, и т. д.

Можно думать, что ощущение боли при отсутствии повреждения относится к категории психогенных болей.



Но в то же время человек ощущает боль при накоплении некоторых химических веществ, отнюдь не повреждающих ткани. Следовательно, боль реальна, если существует причина, вызывающая ее.

Говорят о боли симптоматической, т. е. вызванной определенными заболеваниями и исчезающей при выздоровлении: боли первичной, являющейся основной жалобой больного и сопровождающейся расстройством функций всего организма, и боли экспериментальной, искусственной, полученной в лабораторном или клиническом опыте.

Немецкий ученый Марциус делит боли на «законные» и «незаконные». Он считает, что законные боли обусловлены нормальным раздражением, незаконные — ненормальной раздражительностью.

Доказано и многократно подтверждено, что под влиянием длительных болевых ощущений изменяется вся деятельность организма, перестраиваются все физиологические процессы. Изучение боли затруднено потому, что боль экспериментальная, вызванная в лаборатории у животных или человека, во многом (если не во всем) отличается от боли, которую мы наблюдаем у постели больного.

Экспериментальная боль может быть вызвана как у животных, так и у человека — физическими, химическими, электрическими и термическими раздражителями. Но изучаем мы в основном кожную боль, возникшую при нарушении или раздражении внешних покровов. Это совсем не то же самое, что боль внутренних органов (висцеральная боль).

Клиницисты делят патологические боли на две группы. К первой группе они относят боли, вызванные патологическими процессами во внутренних органах, особенно в брюшной и грудной полостях; ко второй — боли, возникающие в коже, подкожной клетчатке, мышцах, костях, суставах. Боль — болезнь, или так называемая патологическая боль, характеризуется рядом особых признаков. Она возникает в результате тяжелого разрушительного процесса и обычно сама по себе вызывает глубокие сдвиги в деятельности отдельных органов и всего организма.

Снять боль при болезни — первая задача врача. Человек не только изучил механизмы возникновения болевых ощущений, но и научился побеждать боль. С каждым



годом растут и расширяются наши возможности в борьбе с болевым ощущением, болевым синдромом.

Боль, как и всякое другое ощущение, связана с нервной системой. Рана от ожога причиняет боль. Мы ощущаем ее в том месте, где покраснела кожа или находится пузырь от ожога. Но на самом деле это только наше восприятие. Человечеству понадобилось не одно тысячелетие, чтобы понять сущность болевого ощущения и убедиться, что на месте пузыря имеется лишь раздражение нервных окончаний. Чувство же боли, которое заставляет нас страдать, плакать, бояться, возникает в нервных клетках коры головного мозга, куда доходят по нервным путям болевые сигналы. Отсюда оно проецируется на периферию, в ту точку, где имеется первоначальный очаг поражения.

Представим себе человека, у которого в результате несчастного случая разmozжен в поясничной области спинной мозг, что привело к полному нарушению проводимости. Все нервные пути, которые передают раздражения от нижних конечностей к мозгу и сигналы от мозга к мышцам, прерваны, подобно электрическому проводу, перерезанному ножницами. Нижние отделы туловища у пострадавшего стали нечувствительными. Можно безболезненно колоть, жечь, щипать, резать кожу его ног. Он даже не почувствует боли и не будет знать, что его ноги подвергаются таким жестоким воздействиям. Информация не доходит до мозга, боль для него не существует.

\* \* \*

Взгляд на сущность боли многократно менялся со времен Аристотеля до наших дней. Еще не так давно боль расценивали как «душевное страдание», «чувство неудовольствия», «переживание», но не как определенный физиологический процесс, который можно изучить при помощи современных методов исследования. Даже в XX в. шли споры о том, является ли боль ощущением или только душевным состоянием, противоположным удовольствию. Все нарушения нормальной жизнедеятельности организма, которые мы выявляем при боли с помощью современных методов исследования, — это нарушения вторичные, обусловленные в значительной степени ответом организма на раздражение, далеко не одинаковым у разных людей. Еще до сих пор за рубежом имеют хождение разнооб-



разные идеалистические и метафизические концепции, в которых боль объявляется «непознаваемым чувством», «ощущением, выходящим за пределы физиологии», «чудовищной патологией», «мистическим потусторонним понятием». Однако достижения физиологии и медицины XIX и особенно XX столетий показали, что боль имеет свою материальную основу. Механизмы возникновения болевого ощущения одновременно и просты и необыкновенно сложны. Не случайно до сих пор не затихли споры между представителями разных специальностей, изучающими проблему боли. Естественно, что не все еще окончательно решено в этой области. Но с каждым днем человеческий разум все глубже и глубже постигает «таинственные» процессы, совершающиеся в его сознании и создающие своеобразный, единственный для каждого индивидуума субъективный мир.



## Раздражение, ощущение, рефлекс

Итак, внешняя среда познается нами посредством органов чувств. Глаза, уши, нос, язык, кожа открывают перед нами все удивительное многообразие окружающего мира. А внутренняя среда? Мы ее не видим и не слышим. Но центральная нервная система во всех деталях осведомлена о том, что делается в нашем организме. Она получает подробную информацию от миллионов рецепторов — этих внутренних органов чувств, посылающих свои «донесения» в головной и спинной мозг.

Без этих «донесений» деятельность нервных клеток мозга немыслима. Еще И. М. Сеченов, один из основоположников русской физиологии, говорил, что «психический акт не может явиться в сознании без внешнего чувственного возбуждения». При поражении всех основных органов чувств сознание выключается и человек лишен возможности заниматься какой-либо полезной деятельностью. Сеченов рассказывает об одной больной, у которой были поражены все органы чувств и выключены все чувственные восприятия, за исключением осязания и мышечного чувства в правой руке. Эта женщина была целый день погружена в сон и лишь при раздражении правой руки приходила в сознание.

Для различных экспериментальных целей нередко в лабораториях искусственно разрушают у животных те или другие органы чувств (глаз, ухо) или перерезают зрительные, слуховые, обонятельные нервы. Как правило, «выключенные из внешнего мира» животные, лишенные зрения, слуха и обоняния, почти беспробудно спят, просыпаясь лишь для приема пищи. Отсутствие внешних раздражений приводит центральную нервную систему в состояние непрерывного торможения.



глава  
С  
м орга-  
перед  
мира.  
им. Но  
едомле-  
получает  
— этих  
донесе-  
клеток  
новопо-  
ический  
увствен-  
х орга-  
ен воз-  
ностью.  
ой были  
увствен-  
печного  
ий день  
ой руки  
нередко  
тных те  
ают зри-  
правило,  
ищенные  
ят, про-  
них раз-  
му в со-

Органы чувств — это как бы форпосты, передовые заставы нашего мозга. Они воспринимают сигналы из внешнего мира и передают их в соответствующие отделы центральной нервной системы. Чем сложнее и совершеннее нервная система животного, тем тоньше и разнообразнее его ощущения. И. П. Павлов сравнивает органы чувств с трансформаторами, которые превращают различные формы внешней энергии в процесс нервного возбуждения и обеспечивают приток сигналов по чувствительным нервным волокнам в спинной и головной мозг.

Нас окружает реальный, вечно движущийся и развивающийся, безграничный материальный мир. Материя, природа представляют объективную реальность, существующую вне нас и независимо от нашего сознания. В основе ленинской теории отражения лежит незыблемое положение, что материя, объективный мир представляют единственный источник наших ощущений. В. И. Ленин следующим образом характеризует сущность теории отражения: «...вне нас существуют вещи. Наши восприятия и представления — образы их. Проверка этих образов, отделение истинных от ложных дается практикой»<sup>1</sup>.

В процессе эволюции у животных формируются органы чувств, посредством которых организм познает внешний мир. У примитивных низших организмов появляются специальные чувствительные клетки, разбросанные по всей поверхности тела. Раздражения, поступающие из внешней среды, вызывают в этих клетках процесс возбуждения, который позволяет животному ориентироваться в окружающей обстановке.

Постепенно, на более высокой ступени развития, чувствительные клетки начинают сосредоточиваться в определенных участках тела, например возле ротового отверстия или на щупальцах. Активное приспособление животного к условиям существования во внешней среде привело к глубоким изменениям в структуре и функциях органов чувств. Сначала возникли зачаточные формы зрения, слуха, обоняния. Они усложнились и дифференцировались. Понадобились десятки, если не сотни миллионов лет, для того, чтобы в тесном единстве с мозгом развились органы чувств современных высших животных и, наконец, человека. В этом процессе наряду с формированием органов

<sup>1</sup> В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 109—110.



чувств и головного мозга возникли также и психофизиологические функции — ощущения.

Источником ощущений, представлений, сознания является объективный, материальный мир. Сознание лишь отображает реальный, существующий независимо от него внешний мир и является продуктом деятельности высокоорганизованной, чрезвычайно сложной и своеобразно построенной нервной материи. Сознание и мышление нельзя отделить от материи, так как мыслит мозг, который состоит из нервных клеток и нервных волокон и имеет свою форму, строение, химический состав и специфические свойства. Основоположники марксизма неоднократно подчеркивали, что сознание и мышление — продукты человеческого мозга; «...наше сознание и мышление, каким бы сверхчувственным оно ни казалось, является продуктом вещественного, телесного органа, мозга. Материя не есть продукт духа, а дух сам есть лишь высший продукт материи»<sup>1</sup>.

«...ощущение, — писал В. И. Ленин в своем классическом труде «Материализм и эмпириокритицизм», — есть действительно непосредственная связь сознания с внешним миром, есть превращение энергии внешнего раздражения в факт сознания. Это превращение каждый человек миллионы раз наблюдал и наблюдает действительно на каждом шагу»<sup>2</sup>.

В процессе своей деятельности мозг поглощает кислород, выделяет углекислоту, использует различные питательные вещества (белки, углеводы, жиры, соли, витамины) и т. д. В мозгу происходят сложнейшие химические и физические явления, образуются и распадаются комплексы различных соединений, меняется проницаемость клеток, вступают в действие ферментные системы, возникают и гаснут электрические потенциалы. Но нет такого вещества, которое могло бы превратиться в мысль. Мысль не состоит из каких-то особых органических соединений, химический состав которых можно изучить. Способность к мышлению есть особое свойство высокоорганизованной живой материи, но нельзя мысль отождествлять с самой материей.

<sup>1</sup> К. Маркс, Ф. Энгельс. Избранные произведения, 1955, т. II, стр. 353.

<sup>2</sup> В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 46.



Деятельность организма в целом и работа всех его органов в огромной мере зависят от раздражений, поступающих из внешней среды и возникающих в нем самом. На некоторые раздражения организм отвечает мгновенными реакциями, другие оставляет без ответа. Громадное число раздражений не вызывает ответных реакций, потому что они либо слишком слабы, либо чересчур непродолжительны, чтобы вызвать возбуждение ткани, на которую действуют.

Из повседневного опыта известно, что слишком слабые раздражители не воспринимаются органами чувств и что раздражитель должен достичь какой-то определенной силы, чтобы вызвать ощущение. Минимальная величина силы раздражения, при которой впервые возникает ощущение, называется пороговой. Более слабые раздражения, неспособные вызвать ощущения, относятся к категории подпороговых.

Если в темноте навести луч карманного фонаря на зрачок, можно сразу заметить, что зрачок сузился, но как только мы уберем свет, зрачок расширится снова. Мы говорим, что зрачок реагирует на свет, отвечает на световое раздражение. Сужение и расширение зрачка — сложный процесс, в котором принимает участие целый комплекс нервных приборов, периферических и центральных. На раздражение светом зрачок отвечает сужением. Это его ответная реакция. В тот момент, когда луч фонарика освещает наш глаз, мы видим свет. Это — ощущение, которое возникло в определенной части коры головного мозга при раздражении сетчатой оболочки глаза. Световое раздражение сетчатки превратилось в клетках нашего мозга в световое ощущение, или зрительный образ.

Приведем другой пример. Уколем острой иглой палец. Раздражение кожи и заложенных в ней нервных окончаний ощущается нами как боль. Материальные изменения в точке укола (повреждение кожного покрова, раздражение приборов, воспринимающих боль) вызвали соответствующий физиологический процесс в нервных путях, передающих сигналы в центральную нервную систему, и в клетках спинного и головного мозга. Наше сознание восприняло эти материальные изменения как ощущение боли.

Таким образом, ощущение возникает в клетках головного мозга благодаря раздражению воспринимающих приборов — рецепторов.



Ощущение возникает в результате воздействия внешнего мира на органы чувств и, следовательно, зависит от окружающей нас среды. В то же время оно связано со строением и состоянием органов чувств. Поэтому ощущение, отражая объективно существующий, находящийся вне нашего сознания материальный мир, носит характер субъективного восприятия. По своей форме человеческое ощущение субъективно. Но оно объективно по своему содержанию, по своему источнику, по своему происхождению. «Ощущение,— пишет В. И. Ленин,— есть субъективный образ объективного мира...»<sup>1</sup>. Развивая эту мысль, В. И. Ленин утверждает, что «основное отличие материалиста от сторонника идеалистической философии состоит в том, что ощущение, восприятие, представление и вообще сознание человека принимается за образ объективной реальности»<sup>2</sup>.

Восприятие и анализ раздражений осуществляется в организме животных и человека сложными системами, которые, по предложению И. П. Павлова, носят название *анализаторов*.

Анализаторы являются теми каналами связи, по которым в мозг поступает информация обо всем, что совершается в окружающем мире и во внутренней среде организма. Благодаря тесному взаимодействию друг с другом анализаторы имеют возможность охватить максимальное количество раздражений и выделить из них наиболее важные, наиболее существенные и необходимые для целесообразной деятельности организма. Число анализаторов отнюдь не ограничивается пятью чувствами, известными со времен Аристотеля. Анализ событий, протекающих во внешней и внутренней среде, охватывает множество систем. Без этого анализа немыслима регуляция функций. В этом плане, вероятно, можно говорить и о *болевом анализаторе*, т. е. об анатомо-физиологической системе выделяющей, анализирующей и дифференцирующей специфические болевые раздражения.

Каждый анализатор состоит из воспринимающего прибора, центростремительного (чувствительного) нервного волокна, низшего нервного центра в спинном мозгу и, наконец, высшего нервного центра в коре головного мозга. Основной анализ поступающей информации происходит в

<sup>1</sup> В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 120.

<sup>2</sup> Там же, стр. 282—283.



высших отделах центральной нервной системы, причем аналizаторная функция головного мозга неотрывно связана с его синтетической деятельностью.

«Нервная система,— пишет И. П. Павлов, есть всегда больший или меньший комплекс аналizаторных приборов, аналizаторов. Оптический отдел выделяет для организма световые колебания, акустический — воздушные и т. д. В свою очередь каждый из этих отделов дробит соответствующую часть внешнего мира на длиннейший ряд отдельных элементов. К каждому данному аналizатору должны быть отнесены как периферические приборы всевозможных афферентных (центростремительных, чувствительных.— Г. К.) нервов (трансформаторы, из которых каждый превращает в нервный процесс только определенную энергию), так и сами нервы, и клеточные мозговые концы. Понятно отсюда, в аналizаторской работе участвуют как те, так и другие. Более низкие степени анализа свойственны, конечно, и низшим отделам нервной системы... так как организм, лишенный головного мозга, отвечает очень различно на различные по месту, интенсивности и качеству раздражения его внешней поверхности. Но высший тончайший анализ, на который способно данное животное, достигается только при помощи больших полушарий»<sup>1</sup>.

Первый сигнал о возникновении разрушительного, способного вызвать боль процесса получают рецепторы. Раздражение рецепторов трансформируется в начальное звено болевого ощущения. Поток импульсов, возникший в рецепторах, поступает в центральную нервную систему и, пройдя целый ряд промежуточных инстанций, доходит до высшего распорядительного органа — коры больших полушарий головного мозга. И только здесь поступившая информация перерабатывается в чувство боли.

\* \* \*

Для того чтобы понять, каким образом воспринимается болевое раздражение и как возникает болевое ощущение, необходимо хотя бы в общих чертах представить себе деятельность нервной системы человека и животных.

<sup>1</sup> И. П. Павлов. Лекции о работе больших полушарий головного мозга. Полн. собр. соч., М., Изд-во АН СССР, т. IV, 1951, стр. 122—123.



Учение о нервной системе — исключительно важный, но во многих отношениях далеко еще не изученный раздел естествознания. Многие в нем разъяснено, расшифровано и понятно, многое остается неясным, спорным, труднообъяснимым.

Нервной системе принадлежит ведущая роль в процессах приспособления животного организма к окружающей среде. Она связывает и соединяет в единое целое отдельные органы и ткани, воспринимает внешние и внутренние раздражения и реагирует на них определенным, закономерным образом. Нервная система осуществляет регуляцию всех физиологических процессов, протекающих в организме, и обеспечивает его сложнейшее функциональное единство. Нервная система едина в анатомическом строении и во всех физиологических проявлениях, хотя ее и принято делить на центральную нервную систему (головной и спинной мозг) и периферическую нервную систему (нервные окончания, стволы и узлы).

### Нервная клетка

Неповторимое по оформлению и многообразию функций здание нервной системы состоит из многих миллиардов отдельных структурных элементов — нервных клеток (нейронов). Деятельность нервного аппарата в сложных многоклеточных организмах сводится к взаимодействию нейронов друг с другом и с элементами различных органов и тканей.

По внешнему виду нейроны — находятся ли они в коре головного мозга, в сером веществе нижележащих отделов нервной системы, в мозжечке или периферических нервных узлах и т. д. — отличаются друг от друга формой, величиной, количеством и разнообразием отростков. Описаны «пирамидные», «звездчатые», «корзинообразные», «веретенообразные» и т. д. нервные клетки. Нейроны различаются также строением цитоплазмы, физико-химическими свойствами, способностью окрашиваться различными красками, наличием специфических включений, зерен и т. д. Величина нейронов колеблется от 5 до 150 мк (микрон — одна миллионная часть метра) в зависимости от целевого назначения и физиологических функций. Во всей нервной системе можно насчитать до 20 млрд. нейронов. Каждый из них состоит из тела клетки, значитель-

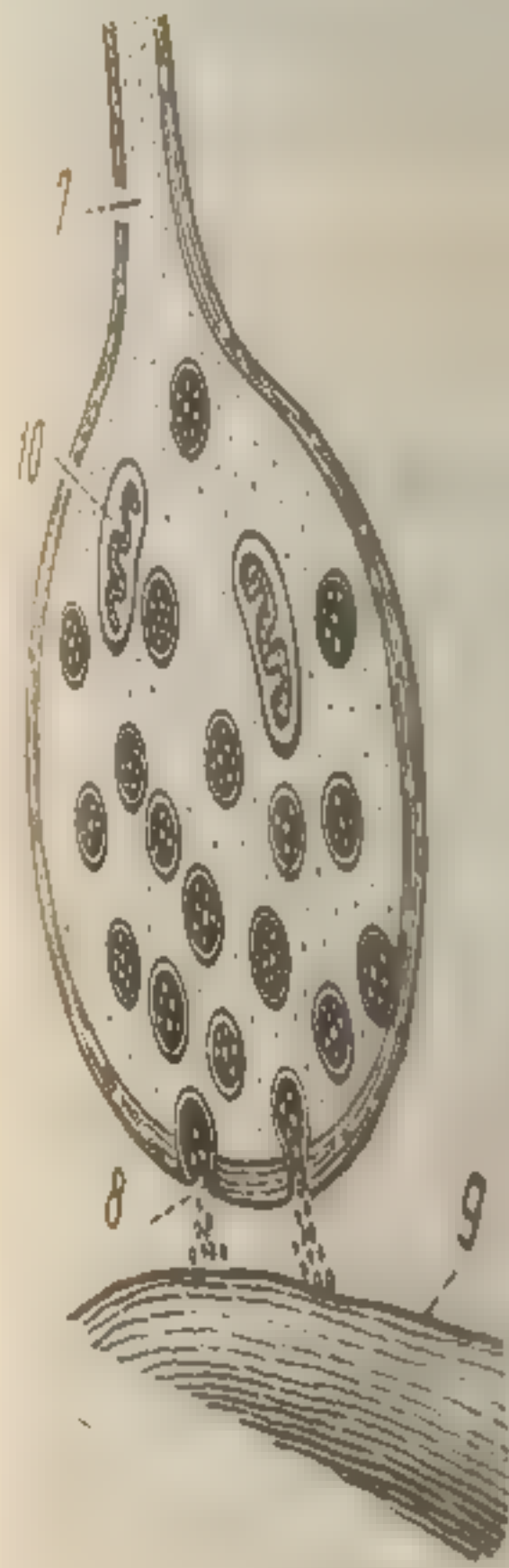


Рис. 1. Схематическое изображение нервной клетки. 1 — тело нервной клетки; 2 — дендриты; 3 — митохондрии; 4 — ядро; 5 — митохондриальная мембрана; 6 — митохондриальный матрикс; 7 — митохондриальная оболочка; 8 — митохондриальная мембрана; 9 — митохондриальный матрикс; 10 — митохондриальная оболочка.



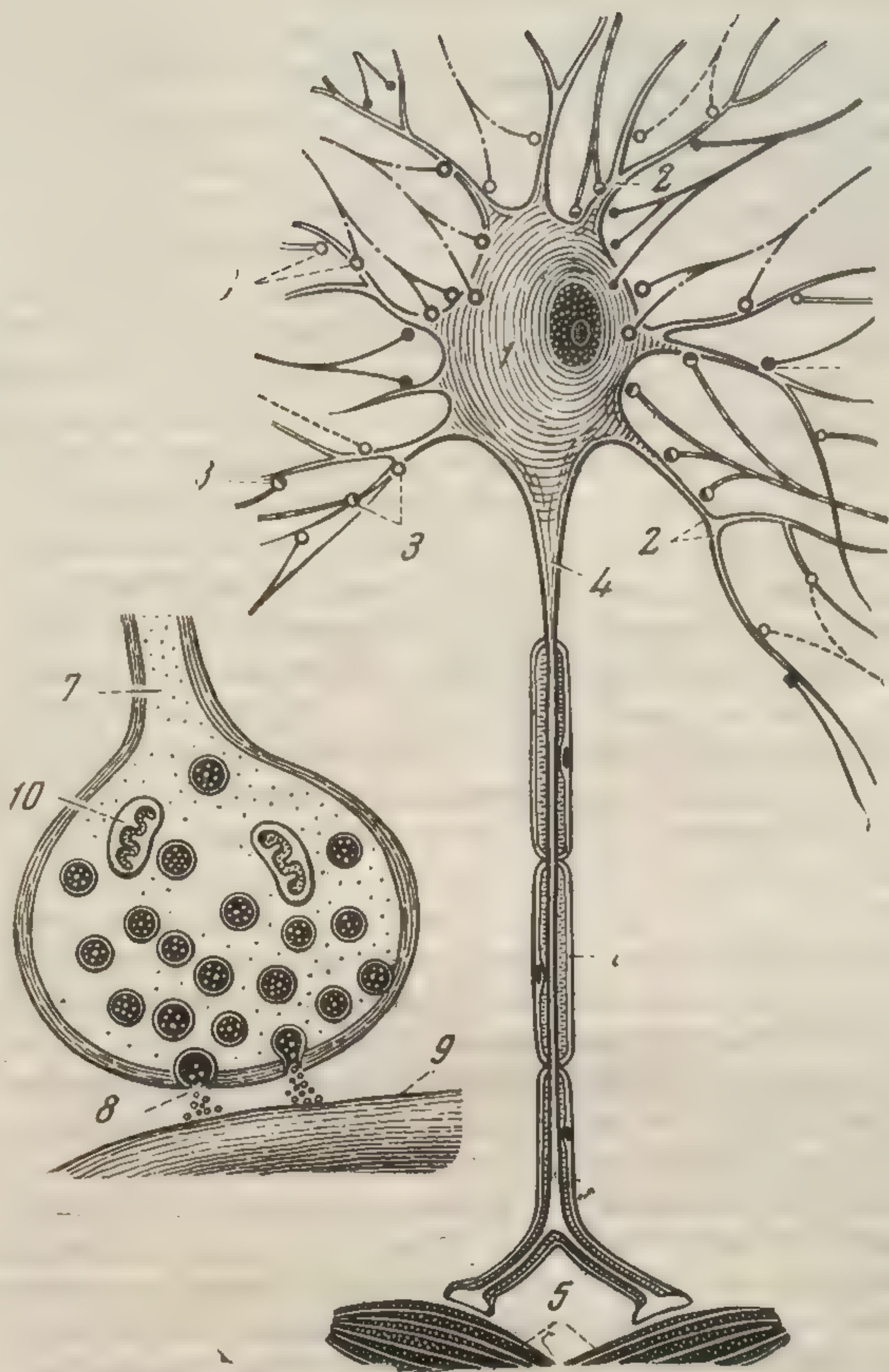


Рис. 1. Схематическое изображение нейрона и синапса

1 — тело нервной клетки; 2 — дендриты; 3 — синаптические бляшки аксонов различных нервных клеток на дендритах; 4 — аксон; 5 — мышечное волокно; 6 — миелиновая оболочка с перехватами Ранвье; 7 — переход нервного волокна (аксона) в синаптическую бляшку; 8 — синаптические пузырьки, содержащие медиатор; 9 — постсинаптическая мембрана; 10 — митохондрии



ного числа отростков, так называемых дендритов (получивших свое название из-за сходства с кроной дерева), и длинного волокна — аксона или нейрита (рис. 1).

При более глубоком изучении с помощью светового или электронного микроскопа в нейронах различных отделов нервной системы можно обнаружить еще более тонкие характерные особенности. Было предпринято немало более или менее удачных попыток создать модель нейрона, используя для этой цели радиосхемы и радиоэлементы. Но модельные опыты только подтвердили, что нервная клетка — это сложнейший организм, точный и совершенный, с которым не может сравниться ни одно электронное устройство, сконструированное руками человека.

Несмотря на свою микроскопическую величину, нейрон неоднороден и по своему составу, и по функциям. Каждый отдел его имеет особую «нагрузку». Аксоны и дендриты отличаются друг от друга не только строением, но и физиологическими свойствами. Дендриты проводят возбуждение к телу клетки, аксоны же от ее тела. Следовательно, функция дендритов заключается в сборе информации, а аксонов — в ее распространении. Аксон одной нервной клетки заканчивается на дендритах или на поверхности другой либо вступает в контакт с органами-исполнителями. Под микроскопом на дендритах обнаруживаются небольшие выросты, похожие на шипы. Они и получили название шипиков. Головки этих образований вступают в соприкосновение с веточками аксонов других клеток. При этом отростки клеток — дендриты и нейриты — соприкасаются, но не срастаются. Подобного рода контакты называются синапсами (рис. 1). Благодаря наличию синапсов нервные сигналы имеют возможность переходить с одной клетки на другую. Число конечных синапсов на теле нервной клетки и на дендритах может достигать иногда нескольких тысяч. Это значит, что нервная клетка способна получать сигналы от огромного числа других клеток.

Особенностью нервной клетки является ее способность целиком или частично приходить в состояние возбуждения. Возбуждение наступает либо вследствие получения клеткой тех или иных определенных сигналов из внешней или внутренней среды организма, либо в результате химических и физических процессов, происходящих в самой клетке.



Нервные клетки начинают посылать по аксонам и получать по дендритам импульсы (от латинского слова *impulsus* — толчок, побуждение). К рабочим органам нашего тела (к сердцу, мышцам, железам и т. д.) по нервным волокнам идут сигналы, вследствие чего органы приходят в состояние возбуждения. Переход возбуждения с одной клетки на другую — необычайно сложный процесс, тонкий механизм которого довольно подробно изучен.

При электронномикроскопическом исследовании четко обнаруживается, что синапс состоит из двух соприкасающихся поверхностей, одна из которых принадлежит аксону, другая дендриту или телу клетки. При увеличении в несколько десятков тысяч раз синапс представляется в виде щели, шириной примерно в 200 Å (Å — Ангстрем — одна стомиллионная доля сантиметра). Поверхность аксона, обращенная к синапсу, получила название пресинаптической мембраны (оболочки), а дендрита — постсинаптической.

В окончании аксона электронный микроскоп обнаруживает целое скопление крошечных пузырьков (везикулов), наполненных химическим веществом определенного состава. Вещество это — передатчик, медиатор, посредник нервного возбуждения, осуществляющий переход импульса через синапс. Чаще всего это — ацетилхолин или норадреналин, иногда серотонин, гамма-аминомасляная кислота и т. д. Более подробно они описаны в главе 6. Вопрос о химической регуляции функций требует специального рассмотрения. Пока что констатируем факт: передача нервного возбуждения с нейрона на нейрон, с нервного окончания на орган-исполнитель происходит при участии медиаторов. Это очень важное обстоятельство, поверить в реальность которого очень долго не желали физиологи и биохимики. Без всякого преувеличения можно сказать, что открытие химической медиации явилось одним из наиболее блестящих, как принято называть делающих эпоху, открытий биологии двадцатого века.

Различные нейроны в зависимости от их расположения, физико-химических свойств, обмена веществ, физиологических функций возбуждаются или, наоборот, прекращают свою деятельность (затормаживаются) под влиянием различных медиаторов. Отсюда и возникло представление, что существуют возбуждающие и тормозящие медиаторы. Этому до сих пор окончательно не решенному



вопросу было посвящено немалое количество экспериментальных работ и теоретических споров. Надо думать, что одни и те же химические вещества в зависимости от условий могут вызывать как возбуждение, так и торможение функций.

Нервный импульс представляет собой сложный физико-химический процесс, связанный с перемещением некоторых минеральных веществ, в частности ионов калия и натрия. В состоянии покоя ионы калия находятся преимущественно внутри нервной клетки, ионы натрия на ее наружной поверхности. В протоплазме нервных клеток ионов калия примерно в 30—40 раз больше, чем в окружающей клетку тканевой жидкости, ионов же натрия в 8—10 раз меньше. В соответствии с этим внутри клетки преобладают отрицательные электрические заряды, вне ее — положительные. В тот момент, когда нервный импульс приходит в окончание аксона (так называемую синаптическую бляшку), пузырьки, содержащие медиатор, лопаются. Ацетилхолин или норадреналин изливается в синаптическую щель и изменяет проницаемость постсинаптической мембраны: ионы калия устремляются из клетки и располагаются на ее поверхности, обращенной к щели, а ионы натрия входят в клетку. Электрический заряд мембраны мгновенно изменяется, возникает разница потенциалов, и импульс переходит с аксона одной клетки на дендрит другой. Как только импульс прошел синапс, медиатор разрушается, ионы калия снова поступают в клетку, а ионы натрия выходят из нее. Весь этот процесс длится одну-две тысячные доли секунды.

Нервные волокна покрыты большей частью оболочкой, которая содержит особое жироподобное вещество — миелин. Поэтому она носит название миелиновой, или мякотной. Волокна, не имеющие миелиновой оболочки, называются безмякотными. Они принадлежат главным образом вегетативной нервной системе, о которой будет идти речь в дальнейшем изложении.

Некоторые исследователи предполагают, что оболочка нервного волокна играет роль своеобразного изолятора, подобно изоляционной обмотке электрического провода. Аксон, связанный с клеткой, сохраняет свою жизнеспособность, но если его отделить от клетки, он погибает. Это показывает, что нервная клетка поддерживает питание и нормальную деятельность своих отростков.



Непрерывность нервного волокна является обязательным условием для его способности проводить возбуждение. Точно так же, как электрический ток не передается по перерезанному кабелю, возбуждение не распространяется по поврежденному, перерезанному, разможенному или отравленному каким-либо ядом нерву. Нервные волокна обычно лежат пучками в общем стволе, образуя то, что мы называем периферическим нервом. Интересно отметить, что возбуждение, распространяющееся по одному нервному волокну, никогда не переходит на соседние волокна. Синаптическое строение не позволяет возбуждению распространяться во все стороны, как бы по бездорожью. Оно всегда ориентировано в одном определенном направлении. Это очень существенно для нервной деятельности, так как нервные импульсы адресованы обычно в определенные, строго очерченные участки организма. Если бы не существовало изолированного проведения нервного возбуждения, человек лишен был бы возможности производить тонкие мышечные движения, требующие участия отдельных мышечных групп, как, например, игра на музыкальных инструментах, управление станком, печатание на пишущей машинке и т. д.

## Рефлекс

Если подействовать каким-нибудь раздражителем на поверхность кожи, например прикоснуться к ней пальцем или иглой, то в ответ на раздражение рецепторы приходят в состояние возбуждения, которое по чувствительным (центростремительным) нервным волокнам передается в спинной и головной мозг. Обратный путь по центробежным или двигательным нервным волокнам проводит импульсы из центральной нервной системы в мышцы, железы, внутренние органы и т. д.

Человек нечаянно уколол палец и резко отдернул руку. Это рефлекторный акт, примитивная реакция центральной нервной системы на болевое ощущение. Возбуждение пробежало путь от рецептора к мышце через промежуточную станцию — спинной мозг. Оно началось в воспринимающем приборе кожи, поступило по центростремительному волокну в чувствительную клетку спинного мозга, перешло на двигательную клетку мозга и по центробежному нервному волокну достигло мышцы, за-



ставив ее сократиться. «Этого рода движения, — говорит И. М. Сеченов, — называются отраженными на том основании, что здесь возбуждение чувствующего нерва отражается на движущем. Понятно далее, что эти движения невольны, они являются только вслед за явным раздражением чувствующего нерва. Но зато при последнем условии появление их так же неизбежно, как падение на землю всякого тела, оставленного без опоры, как взрыв пороха от огня, как деятельность всякой машины, когда она пущена в ход. Стало быть движения эти машинообразны по своему происхождению»<sup>1</sup>. Путь, по которому проходит нервный процесс при рефлексе, принято называть рефлекторной дугой.

Эта классическая теория рефлекса, созданная великим французским физиком, филологом и философом первой половины XVII в. Рене Декартом, требует на современном уровне знаний некоторого уточнения, быть может усовершенствования. Многие исследователи (Н. А. Бернштейн, П. К. Анохин, Р. Гранит) подчеркивают, что рефлекторную дугу нельзя рассматривать как разомкнутый путь от рецептора до рабочего органа (эффектора). Декарт довел рефлекс до ответного действия и здесь остановился. На самом же деле ответный акт на этом не заканчивается. И животное, и человек оценивают результаты совершенного в результате рефлекса действия. От органа-исполнителя в центральную нервную систему идет новый поток импульсов (обратная связь!). Нервная система получает постоянную информацию о совершившемся действии. Благодаря этому рефлекторная «дуга» превращается в рефлекторный круг или рефлекторное кольцо, по которому непрерывно текут сигналы, передающие информацию. Такое кольцо имеет множество «входов» для поступления информации как из внешнего мира, так и из рабочего органа<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> И. М. Сеченов. Рефлексы головного мозга. Избр. труды, Изд-во ВИАМ, 1935, стр. 170.

<sup>2</sup> Интересно отметить, что еще в 1823 г. известный шотландский анатом и физиолог Чарльз Белл, один из авторов знаменитого закона Белла — Мажанди, выдвинул гипотезу о «нервном круге», соединяющем мозг с мышцей и мышцу вновь с мозгом. Ему принадлежит представление о кольцевой связи между чувствительными и двигательными процессами, обратном влиянии двигательного эффекта на регуляцию чувствительного. Принцип обратной связи и вытекающая из него идея кольцевого управления движениями получили дальнейшее развитие в трудах И. М. Сече-



Известно большое количество разнообразных рефлексорных актов как у животных, так и у человека. Погружение в слабый раствор кислоты, укол лапки у обезглавленной лягушки вызывают сгибание конечности и отдергивание ее вследствие сокращения сгибательных мышц. Лягушка обезглавлена, следовательно, головной мозг не принимает участия в этом двигательном акте. Сгибание конечности произошло рефлексорно, без участия высших отделов центральной нервной системы. Лягушка не воспринимает болевого раздражения, тем не менее она отдергивает лапку. Если положить на кожу такой лягушки кусочек фильтровальной бумаги, смоченной кислотой, она немедленно начинает его сбрасывать задней лапкой. У человека раздражение кожи подошвы вызывает рефлексорное сгибание стопы и пальцев, вкладывание соска или пальца в рот грудного ребенка ведет к появлению рефлексорных сосательных движений, прикосновение к роговице глаза — смыкание век и т. д.

Каждый день нам приходится сталкиваться с такими сложными рефлексорными реакциями, как чихание, кашель, рвота. Обязательным началом такого рефлекса является чувствительное раздражение определенных воспринимających приборов, концом — целая серия мышечных сокращений. Чихание возникает при раздражении слизистой оболочки носа, кашель при раздражении гортани, рвота — задней части полости рта. При повышении кровяного давления раздражаются окончания центростремительных нервов, заложенных в определенных участках кровеносных сосудов (аорты, сонной артерии), и тотчас же благодаря наличию сложного рефлексорного механизма в действие вступают многочисленные приспособительные приборы, снижающие давление крови. Расширение легких при вдохе приводит в действие рефлексорный механизм, вызывающий выдох. Зуд вызывает чесательный рефлекс и т. д.

Исследование рефлексов имеет важное значение в медицинской практике, так как этим путем можно нередко вывести заключение о состоянии различных отделов центральной нервной системы.

---

нова, который смело распространил эти понятия на произвольные движения, т. е. на то, что обычно называется сознанием и волей (М. Г. Ярошевский. История психологии, 1966).



В основе жизнедеятельности живых существ лежит рефлексорный механизм. Он обуславливает реакцию организма на действие разнообразных раздражителей, как внешних, так и внутренних. Различные физические факторы, а также химические вещества, могут влиять на деятельность отдельных органов, раздражая периферические окончания центростремительных нервов, т. е. рефлексорным путем.

Укол кожи вызывает боль. Отдергивание руки или ноги, вздрагивание, подергивание мышц — реакция организма на болевое раздражение. Она осуществляется посредством спинномозгового рефлекса без участия высших отделов центральной нервной системы. Сигнал опасности и разрушения — чувство боли — вызывает цепь рефлексорных реакций, направленных к ослаблению боли и устранению опасности. В то же время болевая двигательная реакция является цепью рефлексов, способствующих сохранению целостности организма и его вида.

Болевые (ноцицептивные) рефлексы отличаются некоторыми характерными особенностями. Во-первых они сопровождаются движениями, направленными к защите или устранению воздействия, вызывающего боль. Во-вторых, они подавляют все другие одновременно возникающие рефлексы. Следовательно, они являются наиболее могучими, доминирующими в деятельности организма рефлексам. И, наконец, они настолько повелительны, что организм далеко не во всех случаях способен их затормозить.

В повседневной жизни высших животных и человека рефлексорная деятельность центральной нервной системы протекает значительно более сложно, чем это представлено в описанной выше простой схеме. В ней принимают участие различные отделы спинного и головного мозга, включая его высшие отделы — подкорковые центры и кору больших полушарий.

Рефлекс является основным видом деятельности нервной системы. «Все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлекс», — писал И. М. Сеченов в своей знаменитой книге «Рефлекс головного мозга».



## Условный рефлекс

Простой (безусловный) рефлекторный акт, осуществленный в различных условиях через спинной, продолговатый и головной мозг, является врожденным и не требует от животного выучки или тренировки. Но существует очень большое число приобретенных в течение индивидуальной жизни человека или животного рефлексов, путь которых проходит только через высшие отделы головного мозга. Такие рефлексy получили название *условных*, так как они образуются и сохраняются при соблюдении определенных условий.

Учение об условных рефlekсах разработано И. П. Павловым и его многочисленными учениками. Изучая методом условных рефлексов работу больших полушарий мозга, Павлов создал новую область физиологии — материалистическое учение о высшей нервной деятельности. Благодаря методу условных рефлексов впервые в истории естествознания мы получили возможность объективно, со строго научных позиций изучать поведение человека и животных. В нашу задачу не входит изложение основ учения И. П. Павлова. Это завело бы нас слишком далеко. Достаточно сказать, что физиология высшей нервной деятельности с первых моментов своего зарождения встала на прочный фундамент последовательного материализма и общие научные выводы И. П. Павлова находятся в согласии с философскими положениями В. И. Ленина.

Условные рефлексy образуются на основе рефлексов безусловных, врожденных. Для того чтобы образовался условный рефлекс, необходимо совпадение во времени какого-либо безразличного для организма воздействия с тем или иным врожденным рефлексом.

Если, скажем, в течение ряда дней вспыхивание электрической лампочки и прием пищи совпадают во времени, между условным раздражением (в данном случае вспыхивание лампочки) и безусловным рефлексом (отделение слюны во время приема пищи) образуется временная связь. Каждое зажигание лампочки будет сопровождаться отделением слюны независимо от того, получает ли или не получает собака пищу. Животное начинает реагировать на зажигание лампочки как на сигнал получения еды.

Раздражители, совпадающие во времени с различными безусловными рефlekсами (пищевыми, защитными), ста-



новятся для животного сигналом, предупреждающим его о пище, о приближении опасности, об изменениях во внешней среде.

Ребенок, схвативший ручкой пламя свечи, не потянется к нему вторично, если первая попытка сопровождалась ожогом. Безусловный рефлекс (отдергивание руки при болевом раздражении) явился в данном случае основой для образования условнорефлекторной связи.

Можно привести немало примеров из повседневной жизни, характеризующих образование и торможение условных рефлексов. И. П. Павлов неоднократно подчеркивал, что условные рефлексы возникают по принципу временной связи. В коре головного мозга происходит замыкание между нервными клетками, воспринимающими условное раздражение, и клетками, входящими в состав дуги безусловного врожденного рефлекса. Изменяются условия, и данная условнорефлекторная связь через тот или иной промежуток времени может исчезнуть. Это носит название угасания условного рефлекса.

Условным раздражителем может служить любое воздействие из внешней и внутренней среды. Попробуйте давать собаке пищу каждые пять минут, не подкрепляя кормления каким-либо специальным раздражителем. Очень скоро при приближении каждой пятой минуты у собаки начинается условное слюноотечение.

Если несколько дней подряд впрыскивать собаке морфин, вызывающий у нее рвоту, одышку и сон, то через какой-то определенный промежуток времени, как показал советский физиолог А. О. Долин, простой укол иглы или подкожное введение физиологического раствора поваренной соли сопровождается такой же точно реакцией — рвотой, одышкой, сном. Таких примеров можно привести очень много.

Даже боль при определенных условиях может служить условным раздражителем. В лаборатории И. П. Павлова была сделана попытка использовать в качестве условного раздражителя крайне болезненное электрическое воздействие на кожу.

Широкую известность получил опыт М. Н. Ерофеевой, поставленный еще в 1912 г. в лаборатории И. П. Павлова. Как известно, раздражение кожи электрическим током вызывает у собак сложную оборонительную реакцию. Если ток приложен к ноге, животное начинает ее отдергивать,



рвать лямки, визжать, пытается убежать из лаборатории. Если при этом дать животному пищу (даже очень вкусную), оно отворачивает голову, не желая прикоснуться к еде. Более того, собака отказывается входить в комнату, где ей причинили боль, и пытается спрятаться от экспериментатора.

Таким образом, на первых порах боль тормозит (подавляет, угнетает) пищевой рефлекс. Оборонительная реакция оказывается сильнее пищевой. Но, если повысить возбудимость пищевого центра, т. е. если в течение нескольких дней не давать собаке пищи, заставить ее голодать, — оборонительная реакция на электрический ток становится слабее. Постепенно животное перестает сопротивляться и начинает осторожно брать еду. И, наконец, несмотря на боль, вызванную электрическим током, собака начинает есть. Наступает период, когда болевое раздражение, которое раньше сопровождалось криком и отдергиванием лапы, вызывает у собаки облизывание и выделение слюны. Следовательно, болевое раздражение превращается в условный раздражитель пищевого рефлекса.

Когда на кожу лапы действует электрический ток и у собаки возникает болевое ощущение, она не только не отдергивает лапу, но поворачивается и тянется в сторону, откуда подается еда, виляет хвостом, облизывается и роняет слюну. На этот раз пищевой рефлекс становится сильнее оборонительного. Нервная энергия как бы переходит, переключается из центра оборонительных движений в центр пищевых движений.

То же самое наблюдалось у собаки, когда ее кожу подвергали прижиганию или каким-либо другим болезненным воздействиям. «...Это произошло, — говорит И. П. Павлов, — можно думать, потому, что пищевой рефлекс сильнее, чем оборонительный, при разрушении кожи. Все мы хорошо знаем из обыденного наблюдения, что когда у собак идет борьба из-за еды, то кожа у соперников часто оказывается пораненной, т. е. пищевой рефлекс берет перевес над оборонительным. Но есть и предел этому. Есть рефлекс посильнее пищевого рефлекса. Это рефлекс жизни или смерти, быть или не быть. С этой точки зрения можно было бы понимать смысл нашего следующего явления: сильный электрический ток, приложенный к коже, лежащей непосредственно, без толстого мышечного слоя, не удалось сделать условным возбудителем пищевой реакции вместо обо-



ронительной, т. е. афферентные нервы, раздражаемые при раздражении кости и сигнализирующие наиболее серьезную опасность для существования организма, с трудом или совсем не могут временно связываться с отделом мозга, от которого возбуждается пищевая реакция»<sup>1</sup>.

Бывает и наоборот. Условный раздражитель может вызвать отчетливую болевую реакцию, хотя на самом деле настоящего болевого раздражения отсутствует. В течение нескольких дней подряд собаке наносят болевое раздражение при помощи индукционного электрического тока. С этой целью электроды прикладываются к передней или задней лапе и ток, обычно не очень сильный, включается через индукционный аппарат. Если через несколько дней, не прикладывая электродов, пустить в ход прерыватель, жужжание которого характерно для работающего индукционного аппарата, животное начинает визжать и отдергивает лапу, хотя болевое раздражение на самом деле отсутствует. При этом, если в свое время раздражали правую заднюю лапу, собака отдергивает именно эту, а не какую-либо другую лапу, если же раздражали левую переднюю лапу, собака отдергивает только ее. Такой опыт можно поставить с электрическим звонком. Как только раздается звон, собака дает резкую болевую реакцию.

В лаборатории К. М. Быкова электрическим раздражением у собаки вызывали сильную боль. Одновременно в желудок животного через искусственно сделанное отверстие (фистулу) вдували струю воздуха, т. е. безусловный раздражитель (боль) сочетался с условным (вдувание воздуха). Таким путем был выработан прочный рефлекс. Через несколько дней даже при выключении болевого раздражителя каждое вдувание воздуха в желудок вызывало «болевую» реакцию. Собака начинала визжать, рваться из станка, приседать на задние лапы. Наступало общее возбуждение, сопровождавшееся слюнотечением, судорогами, расширением зрачка. Условный раздражитель, абсолютно безболезненный сам по себе, вызывал характерную реакцию.

При отсутствии подкрепления условные рефлексy, как говорилось выше, угасают. Если перестать подкармливать собаку во время болевого раздражения, она через некото-

<sup>1</sup> И. П. Павлов. Лекции о работе больших полушарий головного мозга. Полн. собр. соч., т. IV, стр. 45.



рое время при включении электрического тока не будет облизываться и выделять слюну. Это не значит, что соответствующие центры в головном мозгу полностью прекратили свою деятельность. Исследованиями школы И. П. Павлова установлено, что угасание рефлекса возникает вследствие его торможения.

Условнорефлекторная деятельность больших полушарий мозга имеет первостепенное значение для всей проблемы возникновения и нарастания, сохранения и подавления, преодоления и снятия болевого ощущения. Невыносимая боль у человека может быть вызвана определенными условными раздражителями, словесными (речевыми) воздействиями на кору головного мозга. Слово — многообъемлющий условный раздражитель, «не идущий, — как говорил И. П. Павлов, — ни в какое количественное и качественное сравнение с условными раздражителями животных». Слово может способствовать развитию чувства боли, слово может его смягчить и снять. В последующих главах мы увидим, что кора головного мозга способна изменить, превратить в подболевые и даже полностью подавить самые сильные болевые ощущения.



## Периферические механизмы болевого ощущения

### Рецепторы

На любые нарушения химического состава, физических и биологических свойств внешней среды одноклеточные животные отвечают всей поверхностью или отдельными ее точками. Воспринимающая, или рецептивная (от латинского слова *recipio* — принимаю, воспринимаю), поверхность их тесно связана с реагирующим веществом клетки.

Иначе обстоит дело с многоклеточными организмами. Даже у самых простых животных существуют специальные образования, которые сигнализируют обо всех изменениях во внешней или внутренней среде. В процессе эволюции воспринимающие, или рецептивные, клетки под непрерывным воздействием внешней среды приобрели специфические, им одним свойственные качества. Одни из них стали отвечать на световые раздражения, другие — на звуковые, третьи — на вкусовые и т. д. Постепенно, в течение многих миллионов лет, у животных совершенствовались органы чувств (зрения, слуха, вкуса, обоняния). Эти органы связаны с центральной нервной системой особыми нервами (зрительными, слуховыми, обонятельными), по которым раздражения передаются в головной мозг.

В основе жизнедеятельности сложного организма лежит, как уже говорилось выше, рефлексный акт. «Исходный же пункт рефлекса, — пишет И. П. Павлов, — составляет раздражение периферических окончаний центростремительных нервов. Этими окончаниями пронизаны все органы и все ткани их. Эти окончания необходимо представить как крайне разнообразные, специфические, подобно окончаниям нервов органов чувств, приспособленные каждое к своему своеобразному раздражению механического, физического или химического характера образования. Сте-



3 глава  
пению их работы в каждый данный момент определяется размер и комбинация деятельности организма»<sup>1</sup>.

Особые образования, воспринимающие раздражения из внешней и внутренней среды, носят название рецепторов. Природа поставила перед ними сложную задачу — трансформировать энергию внешнего раздражения в процесс нервного возбуждения. Каждый рецептор воспринимает только определенные раздражения. Рецепторы уха возбуждаются звуковыми волнами и не реагируют на свет или запахи. Специфическим раздражением для глаза является свет, для органов обоняния — запах. При раздражении теми или иными химическими веществами вкусовых сосочков языка возникает вкусовое ощущение. Каждое из перечисленных раздражений действует на определенные рецепторы и вызывают характерное, свойственное данному рецептору ощущение. Свет для глаза, звук для уха, запах для носа принято называть адекватными раздражителями.

В то же время известно, что ощущение света можно получить при механическом или электрическом раздражении глаза, ощущение звука при пропускании через ухо электрического тока, вкусовое ощущение при электрическом раздражении языка и т. д. Однако эти реакции резко отличаются от нормальных физиологических ощущений. Они возникают обычно лишь при очень сильных раздражениях и по своему характеру более или менее примитивны. Вызывающие их раздражения носят название неадекватных.

Чувствительность рецепторов не всегда одинакова. В некоторых случаях она повышается, в некоторых падает. Любое воздействие на организм может изменить чувствительность рецепторного аппарата.

Особый интерес представляет способность рецепторов приспособляться к силе раздражителя, адаптироваться. Вы потушили в комнате свет. В темноте глаза ничего не различают и ориентироваться можно лишь ощупью. Но... проходит несколько минут, и вы замечаете, что в комнате не так уже темно, как казалось вначале. Кое-что удастся разглядеть и в беспросветной, казалось бы, темноте. Глаза привыкли к отсутствию света, адаптировались.

<sup>1</sup> И. П. Павлов. О неполноте современного физиологического анализа действия лекарств. Полн. собр. соч., т. I, М., Изд-во АН СССР, 1951, стр. 527.



Чувствительность сетчатки повысилась во много тысяч раз. Вы начали видеть, несмотря на отсутствие света.

Возьмем другой случай. На кухне утекает газ. Вы входите с улицы в квартиру и сразу ощущаете характерный запах. Но тот, кто находится все время на кухне, запаха не ощущает. Рецепторы обоняния приспособились к запаху, адаптировались и перестали на него реагировать.

Рецепторы отличаются по своему строению и предназначены для разных целей. Своеобразное строение позволяет им тонко воспринимать раздражения и передавать информацию по нервным путям в центральную нервную систему.

В отличие от внешних воспринимающих приборов — экстерорецепторов, рецепторы, расположенные во внутренних органах и тканях носят название внутренних рецепторов — интерорецепторов, или интероцепторов.

В поперечнополосатых мышцах имеются особого рода рецепторы — мышечные веретена. Они воспринимают изменения формы и напряжения мышцы, развивающиеся при активном и пассивном ее сокращении. Такие же веретена можно обнаружить в оболочках мышц и сухожилиях. Эти воспринимающие приборы мышц и сухожилий объединяются под общим названием проприорецепторов (рис. 2).

Советские исследователи (К. М. Быков, В. Н. Черниговский, Р. М. Могендович и др.) посвятили ряд капитальных исследований изучению нервной сигнализации из внутренних органов. Их работы показали, что в жизни организма интерорецепторы играют первостепенную роль. Эти миниатюрные воспринимающие приборы посылают в центральную нервную систему подробную информацию обо всех изменениях во внутренней среде.

Советский ученый Б. И. Лаврентьев изучил нервные окончания во внутренних органах, и ему мы обязаны знакомством с их строением и распределением. Своими исследованиями Б. И. Лаврентьев показал, что в мышцах, кровеносных сосудах, сердце можно обнаружить характерные нервные приборы, воспринимающие давление, изменение химического состава внутренней среды и, вероятно, также болевое ощущение. Отечественные гистологи (Г. Ф. Иванов, Б. А. Долго-Сабуров, П. Е. Снесарев и др.) дали подробное описание рецепторов, обнаруженных во всех органах и тканях организма.



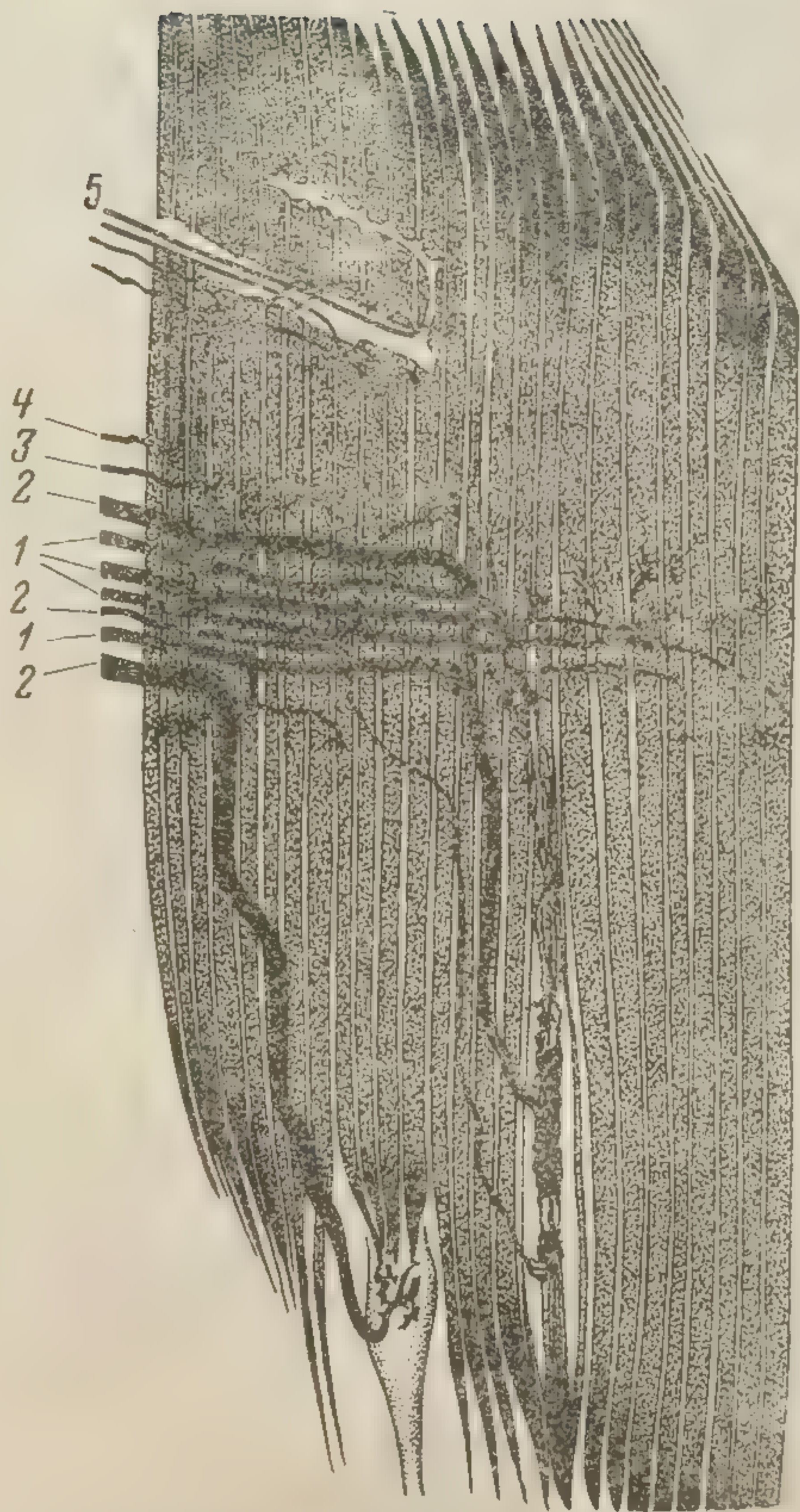


Рис. 2. Нервы и нервные окончания в мышце  
(схема)

1 — двигательные нервы, оканчивающиеся нервными  
бляшками; 2 — чувствительные нервные волокна; 3 —  
болевое нервное волокно; 4 — симпатическое нервно-  
е волокно; 5 — кровеносный сосуд



Интерорецептивные импульсы не всегда доходят до сознания, вернее, «осознаются» только при определенных условиях. Большей частью они вызывают «те неопределенные ощущения, которые сопровождают акты, совершающиеся в полостных органах груди и живота», о которых говорил в своих «Рефлексах головного мозга» И. М. Сеченов. Все необходимые меры принимаются подчиненными отделами головного и спинного мозга.

Воспринимающие приборы организма человека и животных делятся по своим физиологическим свойствам на несколько групп. Первую группу составляют рецепторы, отвечающие на химические раздражения. Это так называемые химиорецепторы. Сюда относятся органы обоняния, вкуса, а также все чувствительные нервные приборы, расположенные на внутренней поверхности кровеносных и лимфатических сосудов, в пищеварительном тракте, в тканях и органах, сигнализирующие об изменении химического состава крови, лимфы и тканевой жидкости.

Химиорецепторы внутренних органов имеют особо важное значение для сохранения постоянства внутренней среды организма. Каждое колебание в составе крови, любое изменение ее физико-химических и биологических свойств, появление одних веществ и исчезновение других рождает в этих рецепторах своеобразные сигналы, которые они передают в центральную нервную систему.

Сюда же следует отнести и рецепторы, реагирующие на изменение концентрации и осмотического давления крови и тканевой жидкости — осморецепторы. Значение химиорецепторов необычайно велико для регулирования многообразных и необычайно сложных физиологических процессов в организме.

Ко второй группе относятся фоторецепторы, т. е. нервные образования, воспринимающие свет. У низших беспозвоночных животных эти рецепторы нередко покрывают всю поверхность тела. Например, у дождевого червя наряду со специальными светочувствительными органами, расположенными на обоих концах тела, весь наружный покров способен отвечать на световые раздражения. Любопытно отметить, что у лягушек, имеющих, как известно, хорошо развитые глаза, кожа обнаруживает необычайную чувствительность к свету. Наиболее сложным, тонким и совершенным световым рецептором является глаз, но описание его не входит в нашу задачу.



Третья группа рецепторов включает нервные приборы, чувствительные к изменениям температуры внешней среды. Это так называемые температурные рецепторы — терморепторы. При раздражении этих нервных образований человек воспринимает ощущение тепла или холода. Они расположены на коже, на слизистых оболочках пищеварительного тракта, дыхательного аппарата и т. д.

Для того чтобы изучить температурную чувствительность кожи, обычно пользуются плоскодонным узким сосудом из какого-нибудь легкого металла. Сосуд заполняют холодной или горячей водой, и дно его прикладывают к определенным участкам поверхности тела. При этом можно заметить, что в одних точках возникает отчетливое ощущение тепла, в других — холода.

Общее число температурных точек на поверхности кожи взрослого человека равно приблизительно 280 тыс., причем 30 тыс. приходится на долю точек, воспринимающих тепло. На поверхности тела температурные точки распределены весьма неравномерно. Наиболее чувствительны к температурным раздражениям веки глаз, грудные железы, спина. Область лба мало чувствительна к теплу и очень восприимчива к холоду. Мало чувствительны к резким тепловым раздражениям кожа головы и нижних конечностей, слизистая оболочка полости рта и языка.

Наибольший интерес для нас представляют воспринимающие образования четвертой группы — так называемые механорецепторы. К ним относятся в первую очередь органы слуха, затем органы осязания и нервные окончания, воспринимающие прикосновение к коже, а также давление крови в сосудах, — ангио- и барорецепторы.

Слуховой аппарат реагирует, как известно, на звуковые колебания. Звук — одна из форм механической энергии, вызывающей раздражение рецептора слуха и соответствующее слуховое ощущение. Как известно, очень громкие и резкие звуки вызывают самое настоящее болевое ощущение. Ультразвук действует разрушающе на организм животных и человека.

Ощущение прикосновения возникает при механическом раздражении кожи. Рецепторы прикосновения воспринимают, по-видимому, также давление, щекотание и зуд. Они передают в центральную нервную систему качественно различную информацию и относятся к категории механорецепторов.



Чтобы определить у человека чувство давления, на кожу накладывают постепенно утяжеляющиеся грузики. Вначале тяжесть не ощущается, но постепенно, ■ зависимости от чувствительности кожных рецепторов, человек начинает ощущать прикосновение, которое, усиливаясь, переходит ■ чувство давления.

Можно пользоваться и другим распространенным в медицинской практике методом. К коже прикладывают тонкие щетинки (или отрезки конского волоса). Обычно изготавливают полный набор щетинок или волосков, соединяя их по несколько штук вместе, т. е. утолщая их ■ два, три и больше раз. Сначала прикладывают один волосок, затем два, три и т. д. На каком-то этапе испытуемый начинает ощущать прикосновение.

Лучше всего пользоваться набором волосков различной толщины (например, из стекла или пластмассы). При определенной, установленной ■ предварительных опытах силе давления волоски прогибаются. Если к коже прикладывать волосок и надавливать на него, не вызывая прогиба, можно легко установить толщину волоска, при которой испытуемый ощущает прикосновение, давление или боль. У разных людей порог чувствительности различен. Это зависит в значительной степени от числа и состояния рецепторов. Наибольшей чувствительностью к давлению обладают язык и нос, затем губы, кончики пальцев, ладони, тыл кисти, живот, паховая область и т. д. Чувствительность языка почти ■ 25 раз превышает чувствительность кожи в паховой области.

На разных участках кожи число рецепторов, воспринимающих прикосновение, различно. Общее их количество на всей поверхности кожи человека превышает 600 тыс., но на коже головы оно достигает 200—300 на 1 см<sup>2</sup>, ■ таковой же участок голени содержит всего 10—12 рецепторов прикосновения.

Любопытно, что волосы, покрывающие поверхность кожи, очень тонко реагируют на прикосновение. При этом волос играет роль рычага. Наклоняясь, он раздражает нерв, оплетающий его корень, и таким образом превращается в прибор, воспринимающий прикосновение и давление. В этом отношении особый интерес представляют так называемые вибриссы — осязательные волоски, расположенные на морде или брюхе многих животных. Как правило, корни их густо сплетены многочисленными нервны-



Рис. 3. Различные виды

1 — свободные нервные окончания  
2 — пластинки Меркеля  
3 — нервные сплетения  
4 — первое сплетение  
5 — таллома

волоскам, и каждое, сам  
прикосновение восприни  
нервный сигнал из  
усов у кошки чувств  
ее в темноте.  
является одним из  
у человека. В осн  
и давления. Зона  
предмет. Нерв  
или шероховатая. М  
металл или дере  
которые передают  
корень от  
прикосновения  
различается  
используют



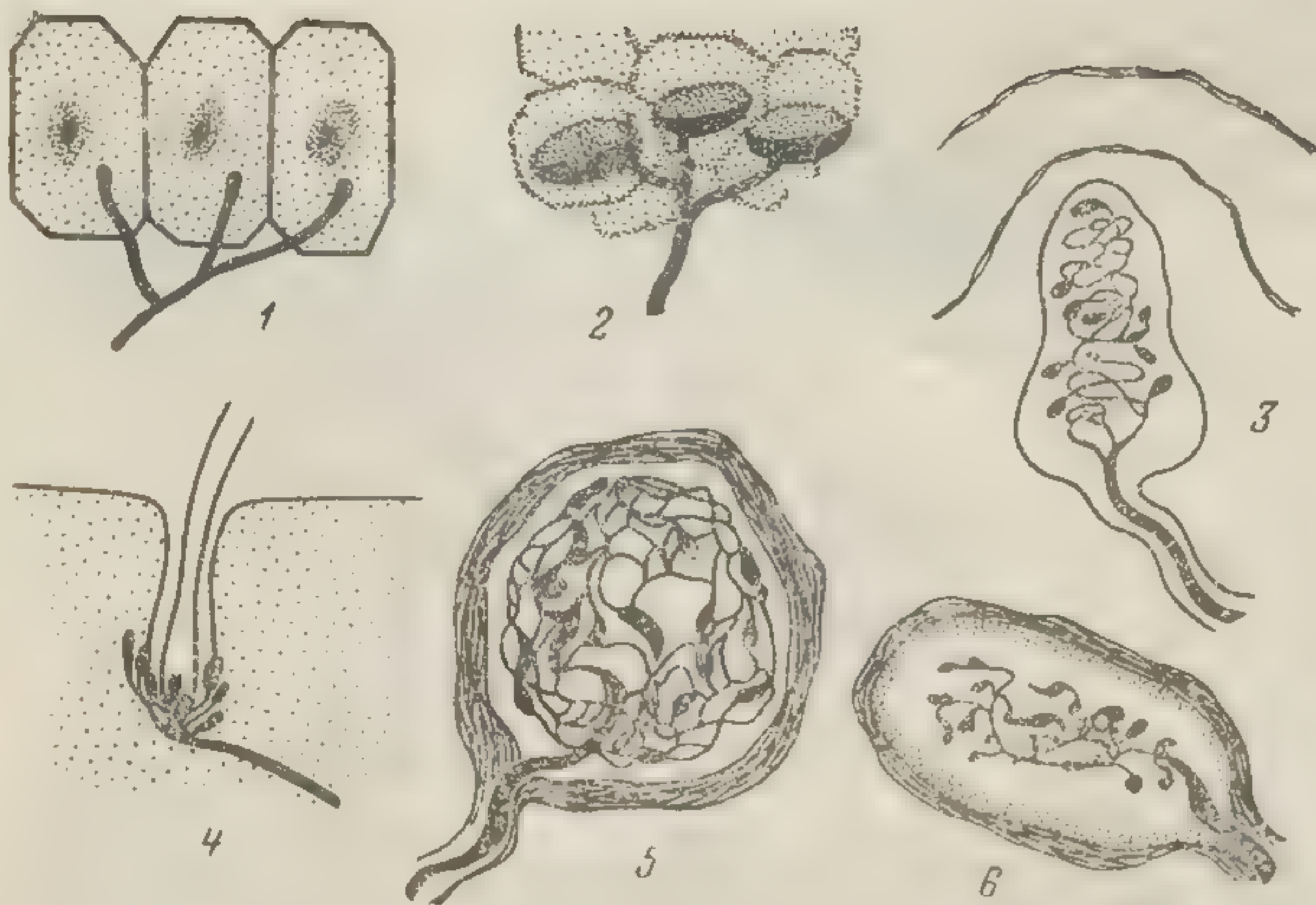


Рис. 3. Различные виды рецепторов кожи (схема)

1 — свободные нервные окончания из роговицы глаза; 2 — осязательные пластинки Меркеля; 3 — осязательные тельца Мейснера; 4 — нервное сплетение волосистой луковицы; 5 — концевая колба Краузе; 6 — тельце Гольджи-Маццони

ми волокнами, и каждое, самое незначительное, едва ощутимое прикосновение воспринимается ими как соответствующий нервный сигнал из внешнего мира. Вот почему сбривание усов у кошки чрезвычайно затрудняет ориентировку ее в темноте.

Осязание является одним из важнейших источников ощущений у человека. В основе его лежит восприятие прикосновения и давления. Закрыв глаза, мы берем в руки незнакомый предмет. Несколько ориентировочных движений, и мы уже знаем его форму, поверхности, например гладкая или шероховатая, материал, из которого он сделан, например металл или воск и т. д. Механорецепторы нашей кожи передают в центральную нервную систему импульсы, которые позволяют отличить часы от молотка или спичечную коробку от восковой палочки.

Острота осязания определяется при помощи циркуля, ножки которого прикладываются к коже. При сомкнутых ножках воспринимается, как правило, один укол. Постепенно ножки циркуля раздвигают (на 1—3 мм) и фиксируют момент, когда испытуемый начинает ощущать два последовательных прикосновения. Наибольшая острота





Рис. 4. Нервные окончания волосяного мешочка  
(с препарата Т. А. Григорьевой)



осязания обнаруживается на кончике языка и кончиках пальцев, самая низкая — на спине и бедре. На рис. 3 и 4 представлены сильно увеличенные рецепторы кожи, воспринимающие разнообразные раздражения, которые падают на них из внешней среды.

Наиболее распространенным видом рецепторов у всех видов животных и человека являются свободные нервные окончания, образующие густопетлистую сеть в поверхностных слоях кожи, слизистых оболочках и роговице. Они встречаются также в кровеносных сосудах и во всех внутренних органах, образуя большую группу интерорецепторов (рис. 3, 1).

Эти нервные окончания, чрезвычайно тонкие и лишенные миелиновой оболочки, никогда не проникают внутрь клеток, а лежат на поверхности. Особенно богата нервными окончаниями роговица глаза. Число их уменьшается в волосистых областях кожи и увеличивается в безволосых.

Осязательные пластинки Меркеля, конусообразные тельца и нервные сплетения волосяных луковиц, оплетающие волос, подобно корзинке (рис. 3, 2, 4), воспринимают прикосновение, давление, деформацию кожи.

Рецепторы волосяных луковиц делятся на три группы — *D*, *G* и *T*. Наиболее чувствительны к движению волос рецепторы *D*. Осязательные волоски у животных (например, усы у кошки) снабжены рецепторами типа *G*. Рецепторы *T* встречаются преимущественно у кроликов и передают сигнализацию не от одного единственного волоска, а от группы последних.

Воспринимающие прикосновение клубки нервных волокон, покрытые соединительной тканью, так называемые тельца Мейсснера, широко распространены в коже человека. Они имеют различную величину, сложное строение и расположены главным образом на подошвах, ладонях, а также на губах и языке (рис. 3, 3).

Концевые колбы Краузе (рис. 3, 5) воспринимают чувство холода, продолговатые тельца Руфини — чувство тепла и тельца Гольджи-Маццони (рис. 3, 6) — чувство давления.

Широко распространены на поверхности кожи и во внутренних органах тельца Фатер-Пачини. Они относятся к прессорецепторам и передают в центральную нервную систему информацию об изменении давления.



## Рецепторы боли

Уже много лет назад перед исследователями встал вопрос, является ли боль особым чувством, подобно чувствам прикосновения, осязания, тепла, холода? Существуют ли специфические нервные приборы, воспринимающие болевое ощущение, реагирующие только на него и ни на одно другое.

В физиологическом плане вопрос ставится так: существуют ли чувствительные окончания нервов со столь высоким порогом возбудимости, что в них возникает процесс возбуждения лишь при чрезвычайно сильных, разрушительных воздействиях? Если одни авторы допускают существование самостоятельных болевых рецепторов, другие считают, что сверхсильное раздражение нервных окончаний, воспринимающих прикосновение и давление, при определенных обстоятельствах вызывает чувство боли.

Сторонники первой теории, так называемой «теории специфичности», сформулированной в конце XIX столетия немецким ученым Максом Фреем, признают существование в коже четырех самостоятельных воспринимающих приборов — тепла, холода, прикосновения и боли — с четырьмя отдельными системами передачи импульсов в центральную нервную систему. Приверженцы второй теории — «теории интенсивности» — допускают, что одни и те же рецепторы, одни и те же системы отвечают в зависимости от силы раздражения как неболевым, так и болевым ощущением. Любое ощущение, утверждают они, основанное на раздражении того или иного воспринимающего прибора, может перейти в боль, если интенсивность воздействия перешагнула какой-то определенный предел. С этой точки зрения болевое ощущение отличается от других ощущений только количественно. Чувство прикосновения, давления, холода, тепла может сделаться болевым, если вызвавший его раздражитель отличается чрезмерной силой.

Еще в 1794 г. дед Чарльза Дарвина — английский врач, натуралист и поэт Эразм Дарвин утверждал, что боль возникает при чрезвычайно сильных раздражениях рецепторов тепла, прикосновения, зрения, слуха, осязания или обоняния. Немецкий физиолог Иоганн Мюллер также считал, что все раздражения — механические, химические и температурные — могут при соответствующих условиях



дать ощущение боли. Теория интенсивности получила широкое распространение в связи с исследованиями немецкого клинициста Гольдшейдера (начало XX столетия), который в эксперименте на человеке показал постепенный переход чувства прикосновения в чувство боли при уколе иглой определенных точек на поверхности тела.

Переход химических и термических раздражений в болевые может каждый проверить на себе. Горчичное масло или перец при нанесении на кожу или при вдыхании в небольших концентрациях вызывают легкое раздражение или небольшое жжение. В больших концентрациях эти же вещества обладают выраженным болевотворным действием.

Исследования Фрея, который пользовался набором калиброванных игл и щетинок, не подтвердили данных Гольдшейдера. Возник длительный и острый спор, не законченный по существу до сих пор. В него вовлечены ученые ряда стран (французы Рише, Пьерон, англичане — Гэд и Эдриан, канадец — Мельцак и многие другие). Каждый из них приводит ряд полученных в эксперименте фактов, подтверждающих или опровергающих ту или иную точку зрения. В основном спор идет вокруг кожной чувствительности. Висцеральная боль, т. е. глубинное болевое ощущение, изучено не столь подробно и тщательно. Это обстоятельство значительно ослабляет позиции обеих сторон.

Электрофизиологические исследования, начатые в Англии Эдрианом и продолженные многими отечественными и зарубежными исследователями, показывают, что при сильных раздражениях кожи в нервных волокнах появляются характерные для ощущения боли электрические волны. Английский физиолог Игго обнаружил нервные волокна, в которых электрическая активность появляется только при сверхсильных раздражениях рецепторов, когда испытуемый ощущает боль. При механических и термических воздействиях, не сопровождающихся болью, электрические волны отсутствуют. Следовательно, существуют рецепторы, реагирующие только на особо сильные болевые воздействия.

Эти исследования были подтверждены американским физиологом Перлом в его докладе на специальном заседании, посвященном проблеме боли, международного конгресса физиологов в Вашингтоне осенью 1968 г. С помощью тонкой и изящной методики отведения электриче-



ских потенциалов от изолированных нервных волокон, каждое из которых передает в центральную нервную систему информацию от специализированных рецепторов прикосновения, тепла или холода, Перл в опытах на кошках и обезьянах показал, что некоторые волокна приходят в состояние возбуждения только при очень сильных механических раздражениях кожи (см. стр. 71). В 25% покрытых миэлином волокон типа А, проводящих импульсы со скоростью 51 м в сек., электрические потенциалы регистрируются лишь при интенсивных воздействиях. На слабые раздражения рецепторов реакция отсутствует. Определенное число волокон с более медленной проводимостью (от 6 до 37 м в сек.) отвечает только на болевое раздражение.

При исследовании тонких безмякотных волокон, передающих импульсы со скоростью 0,4—1,3 м в сек. (волокна типа С), было установлено, что большинство из них (80 из 145 исследованных) реагирует лишь на сильные механические раздражения кожного покрова. Обнаружено также значительное число волокон, в которых токи действия регистрируются в том случае, если кожа нагрета до 41—55° С. При более низких температурах импульсация отсутствует. При этом наиболее отчетливая электрическая активность наблюдается при очень высоких, трудно переносимых тепловых воздействиях, когда температура раздражителя выше пороговой на 5—10°. Оказалось также, что рецепторы, расположенные в поверхностных слоях кожи (в эпидермисе), быстро адаптируются к сильному раздражителю и перестают посылать сигналы в центры, в то время как рецепторы глубоких слоев кожи в течение длительного времени продолжают передавать болевую информацию.

Таким образом, можно считать доказанным наличие рецепторов с высоким порогом раздражения, т. е. низкой возбудимостью, отвечающих на одни лишь сильные и сверхсильные стимулы, отличающихся от рецепторов с низким порогом раздражения.

Проецируя полученные данные на человека, Перл высказывает предположение, что люди начинают чувствовать боль, когда при соответствующих раздражениях закладываются электрических потенциалов возникают в медленно проводящих миэлиновых волокнах, а по мере того как в процесс вовлекаются рецепторы, передающие сигналы по тонким безмякотным волокнам, — боль нарастает.



Однако приведенные исследования видимо не во всем доказательны. Так, наш соотечественник В. М. Хаютин полагает, что можно обойтись и без теории специфичности болевых рецепторов. Записывая электрические потенциалы нервных волокон типа А — дельта и С при болевом ощущении, вызванном введением в кровь брадикинина, (см. стр. 173), он пришел к выводу, что этим волокнам присуща двойная функция. В обычных условиях они проводят импульсы от тканевых рецепторов, воспринимающих физиологические раздражения, а при сильных (болевых) воздействиях сами приходят в состояние возбуждения и как бы превращаются в «рецепторы» боли. При этом в них возникают залпы электрических потенциалов, которые и являются болевым кодом.

В настоящее время большинство исследователей склонны признать боль самостоятельным видом рецепции с болевыми воспринимающими приборами, собственной системой проводников и центральных нервных образований.

Об этом писал Л. А. Орбели, который был твердо уверен, что болевую чувствительность мы должны рассматривать как самостоятельный вид чувствительности со своими проводниками, рецепторами, центральными образованиями. Эту же точку зрения защищает автор статьи о боли в Британской энциклопедии (XVII том, изданный в 1958 г.). Вот как формулирует он представление о боли: «Боль специфическое чувство, осуществляемое нервными образованиями, отличными от тактовых, реализующих другие чувства, — прикосновения, давления, тепла, холода. Действительно, одиночное раздражение, возбуждающее какое-либо из этих чувств, может вызвать боль, но это происходит потому, что в процесс вовлекаются болевые механизмы».

Теория специфичности нашла подтверждение в неврологической и особенно нейрохирургической клиниках. Перерезка или блокада определенных нервных проводников нередко приводит к исчезновению чувства боли при полной сохранности чувства прикосновения, тепла и холода.

Если остро отточенным карандашом или булавкой наносить на поверхность кожи быстрые удары, то наряду с точками, реагирующими на холод, тепло и прикосновение, мы обнаружим существование самостоятельных, территориально обособленных болевых точек. Такой метод исследования, предложенный шведским физиологом Бликсом,



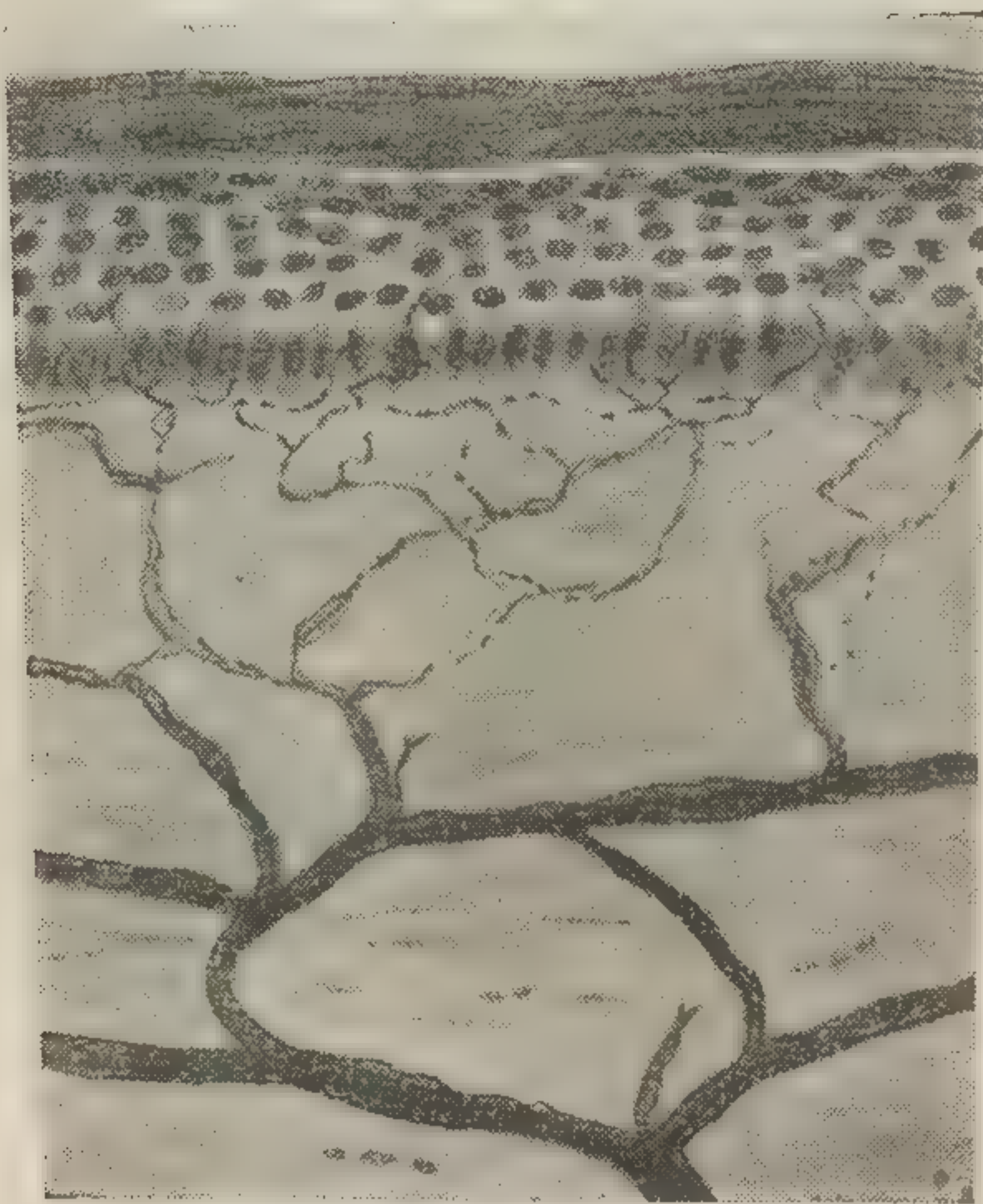


Рис. 5. Болевые рецепторы и нервные волокна на кожи человека (схема)

показал, что общее число болевых точек на всей кожной поверхности достигает двух—четырех миллионов, а на  $1\text{ см}^2$  их можно насчитать от 100 до 200. Однако на кончике носа, на поверхности уха, на подошвах и ладонях число болевых точек снижается до 40—70 на  $1\text{ см}^2$ . И все же болевых рецепторов значительно больше, чем рецепторов холода, тепла и прикосновения.

Большинство современных исследователей признают, что болевое чувство воспринимается свободными окончаниями нервных волокон, разветвляющихся в поверхностных слоях кожи (рис. 5, 6). Предположение это было впервые высказано в начале XX столетия знаменитым английским физиологом Шеррингтоном и с тех пор никем не оспаривалось. Окончания могут иметь самую разнообразную форму: волосков, сплетений, спиралей, пластинок и т. д. Они и являются болевыми рецепторами, или ноцицепторами.

Работы английских ученых Вулларда и Уедделя показали, что кожные нервные сплетения состоят из двух слоев и из верхнего слоя к клеткам эпидермиса отходят в виде четок тонкие конечные волокна. Ветви одного нервного волокна образуют в коже сеть площадью в  $1\text{ см}^2$ . Сети, возникшие при ветвлении разных волокон, настолько



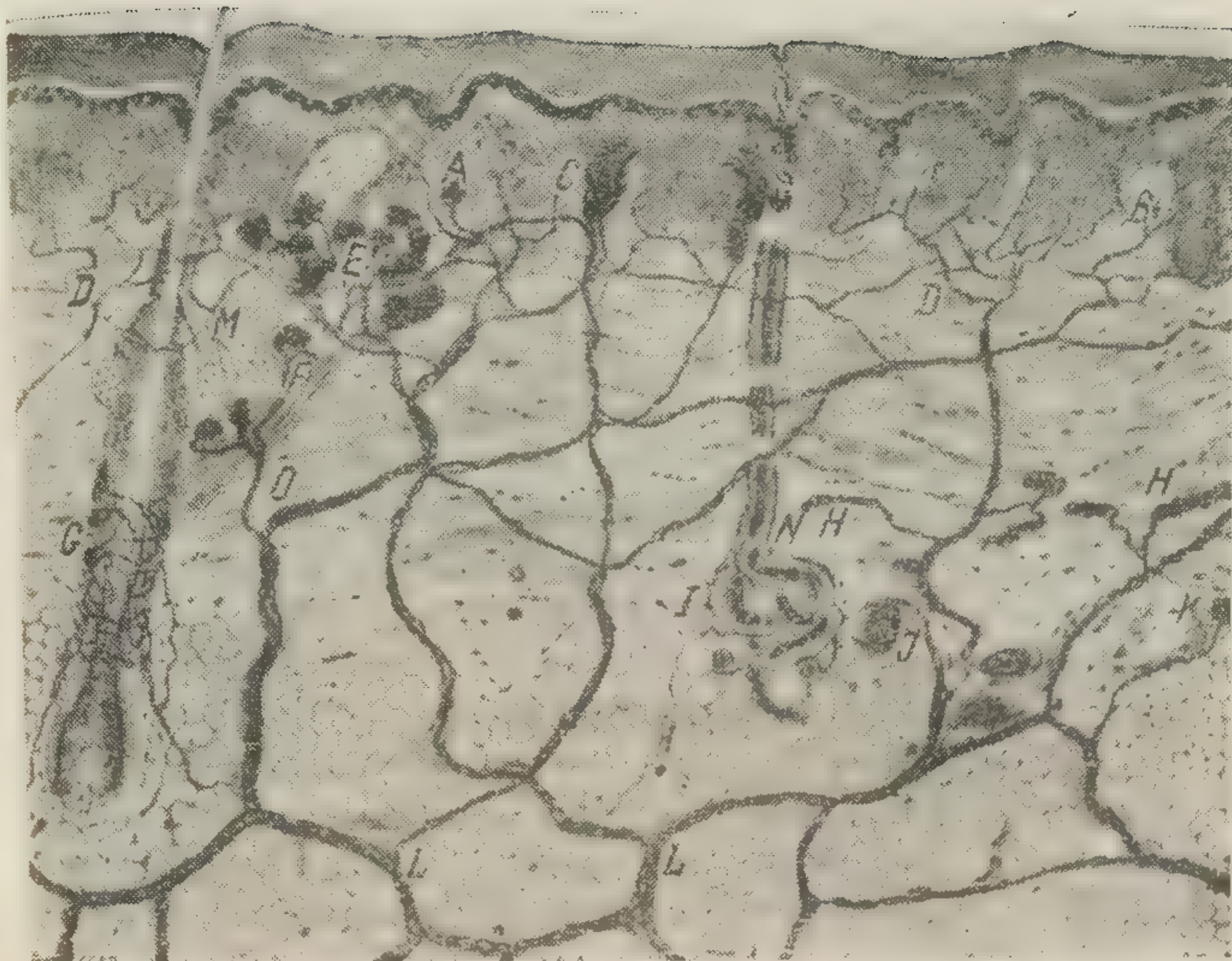


Рис. 6. Иннервация кожи человека (по Фультону)

А — диски Меркеля — рецепторы прикосновения; В — свободные нервные окончания — рецепторы боли; С — тельца Мейсснера — рецепторы прикосновения; D — нервные волокна — проводники боли; Е — колбочки Краузе — рецепторы холода; F — нервные окончания — рецепторы тепла; G — нервные окончания волосяных луковиц; Н — окончания Руфини — рецепторы давления; I — симпатические волокна, иннервирующие потовые железы; J — тельца Фатер-Пачини — рецепторы давления; К — окончания Гольджи-Мадцони — рецепторы давления; L — нервные стволы, содержащие толстые и тонкие волокна; М — слюнные железы; N — потовые железы; O — симпатические волокна, иннервирующие кожные мышцы

тесно друг с другом переплетаются, что сигналы осязания и боли идут сразу по нескольким нервным путям. Подобные сплетения встречаются всюду — в коже, слизистых оболочках, во внутренних органах. Советский гистолог Е. К. Плечкова называет свободные нервные окончания «вездесущими» рецепторами.

В последние годы удалось обнаружить тонкие волокна, связывающие свободные нервные окончания с рецепторами прикосновения, тепла и холода. Они получили название волокон Тимофеева. Наличием этих волокон можно объяснить тот факт, что усиление давления может



вызвать чувство боли. Для того чтобы вызвать чувство прикосновения в осязательной точке, надо приложить давление 2—3 г на 1 мм<sup>2</sup>. А для того чтобы в той же точке вызвать боль, необходимо давление в 200 г на 1 мм<sup>2</sup>.

Венгерский исследователь Янчо считает, что совершенно одинаковые по внешнему виду свободные нервные окончания различно реагируют на механические, термические, химические и электрические раздражители. Так, например, известно, что раздражение свободных нервных окончаний внутренних органов ведет у животных к повышению кровяного давления и возникновению так называемых ложноаффективных (но не болевых!) реакций. В то же время растяжение, перекручивание, набухание внутренних органов сопровождается сильнейшей болью.

Свободные нервные окончания в сосудистых стенках передают болевые сигналы при расширении и сужении артерий и вен, а рецепторы кожи — при разрушительных воздействиях. Тот факт, что число свободных нервных окончаний во внутренних органах сравнительно невелико, позволяет объяснить трудность локализации висцеральных болей (см. стр. 236).

Даже очень слабое раздражение рецепторов пульпы зуба может вызвать только и исключительно болевое ощущение. Даже самое легкое прикосновение ведет к возникновению острой боли. Роговица глаза отвечает болью на любое прикосновение. Кожа и область век, двуглавой мышцы руки, ключицы также содержит больше болевых точек, чем точек прикосновения. Средняя мозговая артерия, артерия основания мозга, так же как и височная, отвечают сильнейшим болевым ощущением на любое воздействие.

Наибольшее количество ноцицепторов удастся обнаружить в коже и роговице. В подмышечной и паховых областях, а также в надключичных ямках число болевых точек равно 200 на 1 см<sup>2</sup>. На коже и на слизистых оболочках можно найти участки, не воспринимающие боли при уколе, щипке, сильном давлении. Так, например, головка мужского полового члена мало чувствительна к болевым раздражениям, хотя имеет богатейшую сеть свободных нервных окончаний. Существование лишенного боли участка на внутренней поверхности щеки известно давно. Этот участок тянется узкой полосой от второго коренного зуба к углу рта. Даже в древние времена фокусники знали о су-



ществовании этой нечувствительной зоны, прокалывая иглой щеку и удивляя зрителей.

В романе «Петр Первый» Алексей Толстой описывает, как, «стоя под ивой, Алексашка показал Петру хитрость — три раза протащил сквозь щеку иглу с черной ниткой, — и ничего не было — ни капли крови, только три грязных пятнышка на щеке. Петр глядел совиными глазами.

— Дай-ка иглу, — сказал нетерпеливо.

— А ты что же — деньги-то!

— На!

Алексашка на лету подхватил брошенный рубль. Петр, взяв у него иглу, начал протаскивать ее сквозь щеку. Протянул, протащил и засмеялся, закидывая кудрявую голову: — Не хуже тебя, не хуже тебя! — Забыв о мальчиках, побежал к дворцу должно быть, учить бояр протаскивать иголки».

Известно, что можно бритвой срезать поверхностный, так называемый эпидермальный слой кожи, ощущая при этом только прикосновение, но не испытывая сколько-нибудь выраженной боли. Однако при исследовании под микроскопом в срезанном слое кожи легко обнаружить нервные волокна, которые принято считать болевыми рецепторами. Но зато второй, основной, соединительно-тканый слой кожи отвечает на каждый укол выраженным болевым ощущением. Из этого был сделан вывод, что нервные сплетения эпидермиса являются рецепторами прикосновения, а глубже лежащие нервные окончания воспринимают боль. Однако в дальнейшем удалось показать, что эпидермис также чувствителен к боли и заложенные в нем нервные окончания отвечают на болевое раздражение.

По современным представлениям, в эпидермисе разветвляются четковидные волокна, воспринимающие болевые раздражения и передающие их мгновенно, по самому быстрому маршруту, в центральную нервную систему. Под ними располагаются рецепторы прикосновения (тельца Меркеля), глубже — болевые сплетения, связанные с кровеносными сосудами. Здесь возникает болевое раздражение медленного, растянутого характера. Еще глубже лежат рецепторы давления (тельца Пачини), тепла (окончания Руфини), холода (колбы Краузе). Как правило, они тесно связаны со свободными болевыми нервными окончаниями. В связи с этим возникла гипотеза о



существовании двух видов боли — поверхностной и глубокой. Если прикоснуться острой иглой к коже под ногтем, мы сразу почувствуем кратковременную, быстро прекращающуюся, почти молниеносную боль. Через одну-две секунды возникает другая боль, более интенсивная и длительная по сравнению с первой. «Первая» боль передается в нервные центры по более толстым волокнам типа А-дельта и А-ипсилон, «вторая» — по более тонким типа С (см. стр. 71).

Сторонники теории «двойная боль» считают, что первая, быстрая боль необходима организму для ориентировки в окружающей обстановке. Это сигнал угрозы, опасности, предупреждения. Вторая, устойчивая боль позволяет центральной нервной системе разобраться в происхождении разрушительного воздействия и принять меры к его устранению.

В 1956 г. английский ученый Джонс опубликовал статью, в которой решительно отверг гипотезу «двойной боли». Характерно само название его статьи: «Факт или артефакт?» Эдриан в 1959 г. также крайне осторожно отзывался о возможности существования «двойной боли». В то же время на Международном конгрессе физиологов в Токио (1965 г.) канадский ученый Мельцак энергично защищал эту теорию. Вопрос о существовании двух видов болевой сигнализации нельзя считать окончательно решенным. Далеко еще не доказано, что свободные нервные окончания воспринимают только сверхсильные раздражения. Некоторые авторы склонны считать, что они воспринимают как боль, так и прикосновение.

В обычных условиях человеческий организм оценивает раздражение, не дифференцируя его на составные части. При изменении силы воздействия мы теряем способность отделить чувство прикосновения от чувства давления, и чувство давления от боли. Наши ощущения носят единый, целостный характер, и каждая попытка разбить комплексное восприятие на изолированные и самостоятельные звенья в подавляющем числе случаев обречена на неудачу.

«Раздражения, действующие на нас извне, — пишет Л. А. Орбели<sup>1</sup>, — обычно захватывают несколько видов рецепторных приборов, и мы всегда имеем дело не с изоли-

<sup>1</sup> Л. А. Орбели, Современное состояние учения о боли. Военно-мед. сб., вып. 3, Изд-во АН СССР, 1946, стр. 4.



рованными, чистыми ощущениями, а с определенными комплексами их, которые в результате дают каждый раз качественно особое комплексное ощущение. В зависимости от того, в какой области тела раздражаются рецепторы болевой чувствительности, они оказываются вовлеченными в деятельность совместно с тем или иным количеством побочных, рядом находящихся аппаратов... Это придает болевым ощущениям каждый раз качественно и количественно несколько различное болевое выражение».

В своей монографии «Кора головного мозга и внутренние органы» К. М. Быков отвергает «мозаичную» теорию кожных рецепторов. Изучая субъективные восприятия, физиологи установили, говорит он, что «кожа человека представляет собой мозаику четырех видов рецепторов — «точек» — холодовых, тепловых, давления и боли. Став на эту чисто механическую точку зрения, ряд последователей пошел еще дальше, выделив особые точки зуда, щекотки и т. д. ... В нормальных условиях человек воспринимает кожные раздражения целостно, подобно тому как он зрительными и слуховыми рецепторами воспринимает зрительные и слуховые образы. Эти кожные ощущения качественно всегда окрашиваются общим состоянием организма, деятельностью других рецепторов и органов. Методика субъективного точечного исследования кожной реакции, положившая в основу крайнюю расчлененность целостных систем на самостоятельные, будто бы мельчайшие элементы, естественно, наталкивается на ряд противоречий, из которых она не в состоянии выйти»<sup>1</sup>.

Доказано ли существование специфических болевых рецепторов, т. е. нервных окончаний с низким порогом возбудимости, воспринимающих только сверхсильные раздражения? Можно ли безоговорочно принять теорию Макса Фрея о специфичности болевой чувствительности или следует согласиться с Гольдшейдером и признать, что любой рецептор, будь то механо-, прессо-, баро-, термо- или хеморецептор, при некоторых обстоятельствах посылает в центральную нервную систему импульсы, которые воспринимаются как болевые?

Вероятнее всего, что истина находится где-то посередине. В споре правы обе стороны. Безусловно, существует

<sup>1</sup> К. М. Быков. Кора головного мозга и внутренние органы. Медгиз, 1954, стр. 309.



самостоятельная болевая сигнализация, но и неспецифическая, «общая» система чувств мобилизуется при возникновении опасности для передачи в спинной и головной мозг болевой информации. Природа никогда не ограничивается одной линией обороны, особенно в тех случаях, когда опасность угрожает самому существованию организма. Любое ощущение воспринимается комплексно, но изучать его мы не только можем, но и должны аналитически, раскладывая на простейшие множители. Чувство боли отличается необычайной сложностью. Прежде чем переходить к обобщениям, попробуем разобраться в отдельных его составных частях.

### Проводники возбуждения

Начнем, с того, что белые или серовато-белые тяжи, связывающие центральную нервную систему с периферическими органами, мышцами и кожным покровом и названные еще во времена Гипократа нервами, являются весьма сложными анатомическими образованиями. Они состоят из большого числа нервных волокон-отростков (аксонов и длинных дендритов) нервных клеток, образующих пучки различной толщины, причудливо переплетающиеся внутри нервного ствола. Соединительнотканная оболочка (периневрий) окутывает каждый нерв. Одни нервные волокна, обычно более толстые, также покрыты своеобразной оболочкой, другие, более тонкие — такой оболочки не имеют. Первые получили название миелиновых или мякотных, вторые — безмякотных или ремаковских, по имени описавшего их в 1838 г. автора. Миелин — сложное жироподобное вещество, содержащееся в особых, так называемых Шванновских клетках, образующих оболочку нервного волокна. Оно придает белый цвет нервам и белому веществу мозга, состоящему из сплетения нервных волокон и нервных клеток. Но миелиновая оболочка не покрывает непрерывным чехлом нервное волокно. Примерно на расстоянии каждых 2 мм она истончается и образует перехваты Ранвье, являющиеся чем-то вроде силовых подстанций при прохождении импульса по нервному волокну. Безмякотные нервные волокна покрыты тонкой перепонкой — неврилеммой. По аналогии с электрическим кабелем нервные стволы, состоящие из ремаковских волокон, нередко называют кабельными системами.



Нервные волокна, как показали исследования различных авторов, неодинаковы по своему строению, диаметру и проводимости.

В зависимости от того, передают ли нервы импульсы из центральной нервной системы на периферию или с периферии в центральную нервную систему, они делятся на две большие группы: центrostремительные (чувствительные) и центробежные (двигательные) нервные волокна.

От спинного мозга на уровне каждого позвонка отходит 31 пара нервных стволов. Каждый из этих стволов образуется двумя спинномозговыми корешками — передними и задними. Но, несмотря на одинаковый вид, эти корешки существенно отличаются друг от друга. Передние корешки выходят из спинного мозга. Образующие их клетки лежат в передних рогах серого вещества спинного мозга, и импульсы, возникающие в центральной нервной системе, поступают на периферию по нервным волокнам передних корешков. Задние корешки входят в спинной мозг. Образующие их нервные клетки лежат вне центральной системы, в межпозвоночных узлах. Через задние корешки поступают в спинной мозг импульсы, возникшие на периферии. Нервные клетки межпозвоночных узлов имеют два отростка. Один из отростков связан с периферическим воспринимающим прибором, другой — с задним рогом серого вещества спинного мозга. На рис. 7 представлена схема чувствительных путей, начиная с воспринимающего прибора и кончая нервным центром. С правой стороны изображены уже частично знакомые читателю рецепторы, воспринимающие раздражения с кожи и из внутренних органов. Здесь нарисованы кожные чувствительные тельца (1), мышечные (2) и сухожильные (3) рецепторы, нервные окончания слизистой оболочки глаза (4), чувствительные диски (5) и свободные нервные окончания (6). Нервные волокна попадают сначала в межпозвоночные узлы (изображенные в виде кружков в верхней части рисунка), а затем вступают через задние корешки в серое вещество спинного мозга, образуя в нем многочисленные нервные связи. И уже из передних рогов серого вещества выходят двигательные нервные волокна.

Внешне все спинномозговые нервы сходны между собой, но имеют различную толщину в зависимости от размеров области, в которой данный нерв разветвляется. Наибольший диаметр у крестцовых нервов, предназначенных



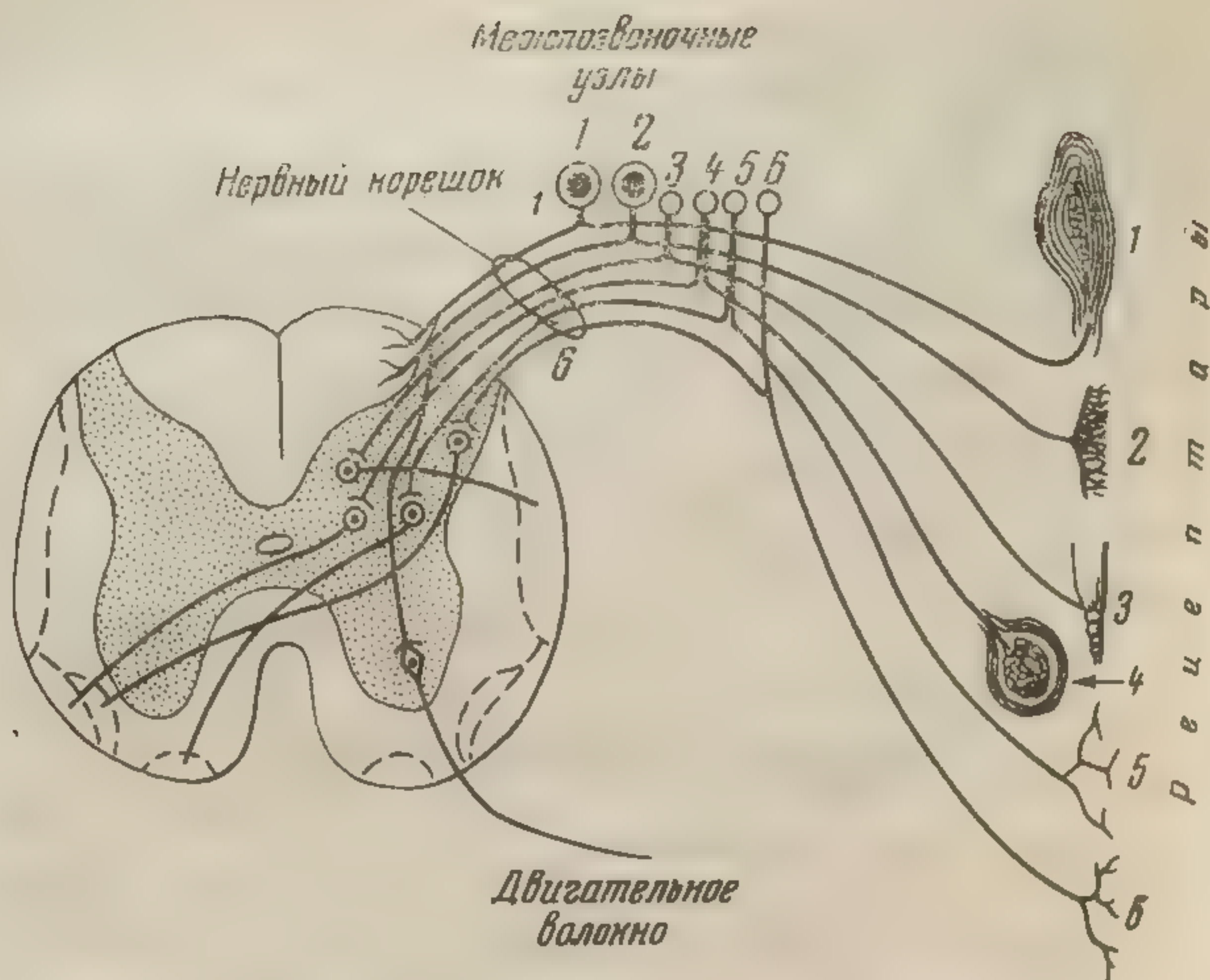


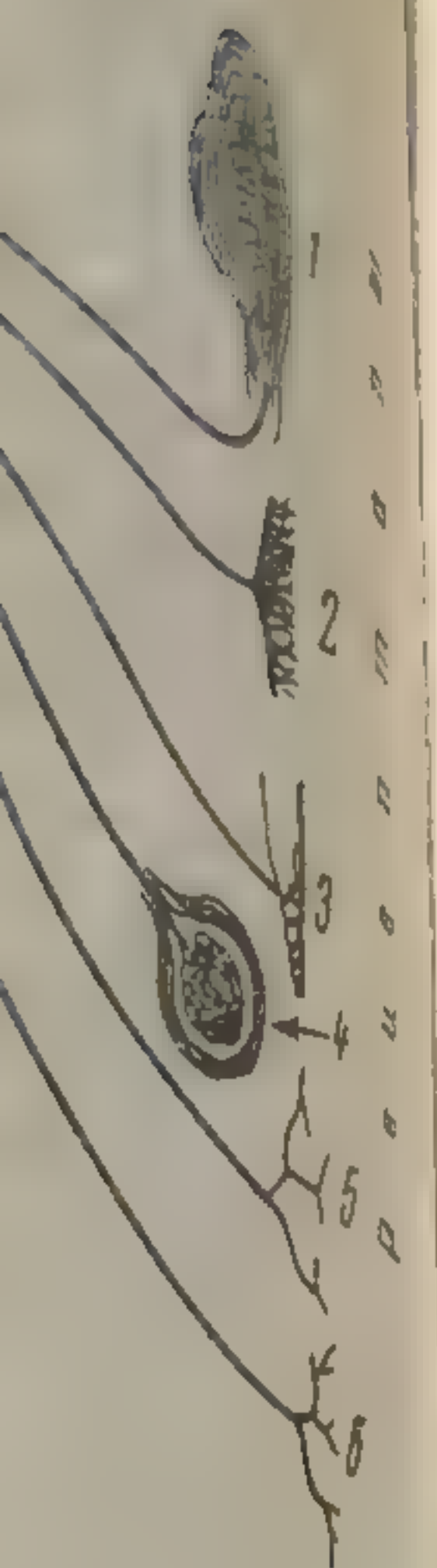
Рис. 7. Рецепторы и чувствительные пути (схема)

для нижних конечностей. За ними следуют нижние шейные нервы, разветвляющиеся в верхних конечностях. Наиболее тонкими являются нервы копчиковые.

В начале XIX в. французский физиолог Франсуа Мажанди доказал, что передние корешки содержат только центробежные (двигательные) волокна, а задние корешки — только волокна центроостремительные (чувствительные). Если перерезать у лягушки передние корешки, снабжающие нервными волокнами одну из конечностей, сразу наступает полный двигательный паралич. Лягушка не в состоянии пошевелить конечностью, подтянуть ее, сделать прыжок. Безжизненно и беспомощно свисает ее лапка. И несмотря на это, чувствительность в ней хорошо сохраняется. Попробуем положить на кожу парализованной лапки кусочек фильтровальной бумаги, смоченный слабым раствором кислоты. Лягушка тотчас же начинает двигаться, меняет позу, пытается сбросить бумажку здоровой лапкой. Она чувствует боль, но не в состоянии от нее избавиться.

Иначе обстоит дело при перерезке задних корешков.





Положенный на кожу кусочек смоченной кислотой бумажки не вызывает болевого ощущения. Лягушка правильно держит лапку, легко ее подтягивает, совершает прыжки, но не чувствует боли.

Эти факты позволили сформулировать основное положение, известное в физиологии под названием закона Белла — Мажанди, по имени его автора — Мажанди и шотландского анатома Чарльза Белла, независимо от него описавшего сходные закономерности. Согласно этому закону, центростремительные волокна вступают в мозг через задние корешки, а центробежные волокна выходят из мозга через передние корешки. Со времени открытия этого закона прошло уже полтора столетия и все же, несмотря на большое число проведенных опытов и не меньшее число возражений, никому не удалось его опровергнуть. Некоторые исследователи обнаружили, что раздражение передних корешков сопровождается ощущением боли. Казалось, что в законе Белла — Мажанди обнаружилась брешь. Но вскоре было установлено, что чувствительные волокна, содержащиеся в двигательных нервных стволах, попадают в мозг только через задние корешки. Они начинаются в болевых рецепторах мозговых оболочек, по пути присоединяются к двигательным нервам, но вскоре погибают и, сделав петлю, вступают через задние корешки в серое вещество спинного мозга.

Болевое ощущение, возникающее при раздражении слабым электрическим током передних, двигательных корешков, зависит нередко и от других причин. Возбуждение центробежных нервов вызывает судорожное сокращение мышц. При этом раздражаются мышечные воспринимающие приборы, которые посылают по задним корешкам болевые сигналы в центральную нервную систему.

В специальной физиологической и медицинской литературе не раз появлялись указания, что закон Белла — Мажанди не имеет абсолютного значения. Но как бы то ни было боль передается в центральную нервную систему только через задние спинномозговые корешки. Путь болевого раздражения в настоящее время изучен довольно подробно. Это болевой рецептор → чувствительное волокно → центральная нервная система. От воспринимающего прибора по нервному волокну, от одной нервной клетки к другой, пробегая по аксонам через синапсы, процесс возбуждения доходит до нервных центров.



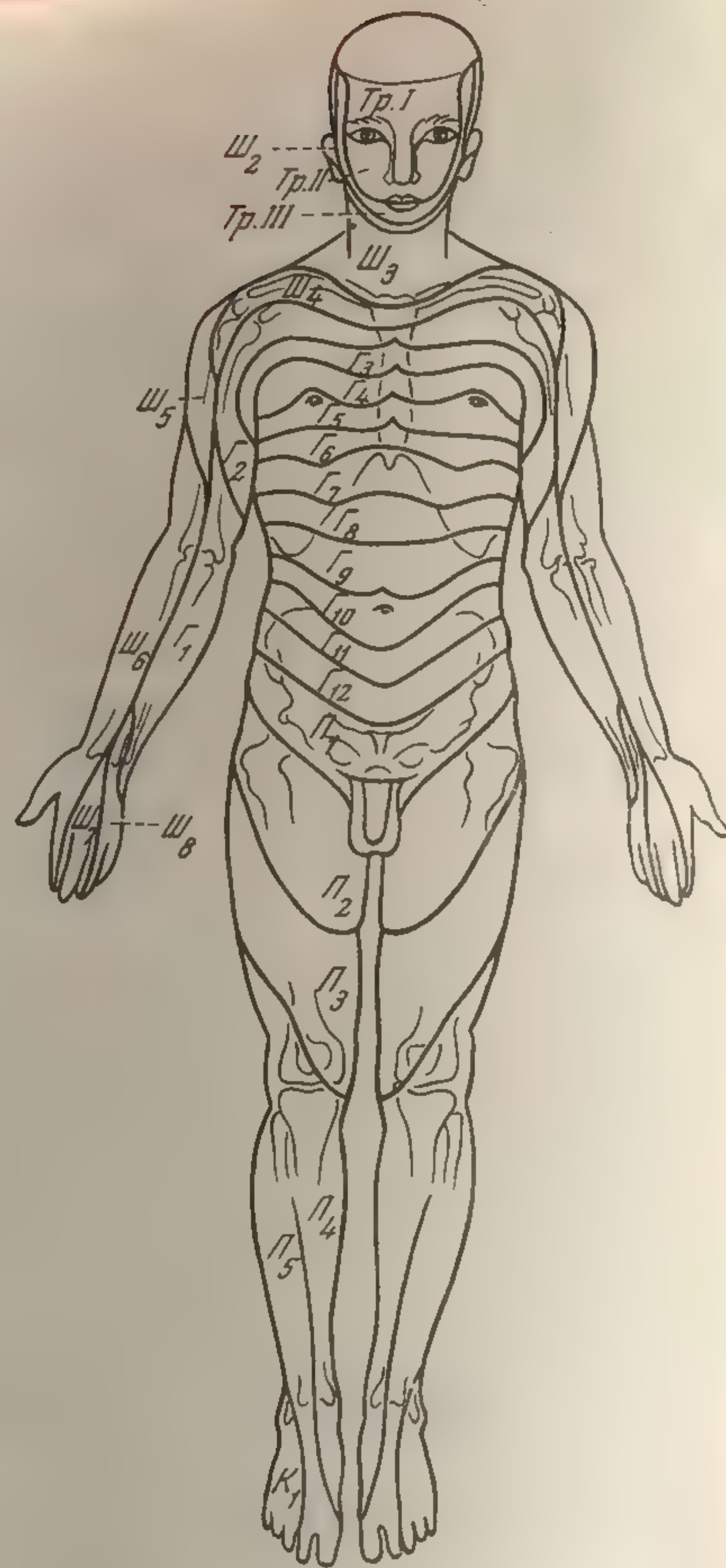
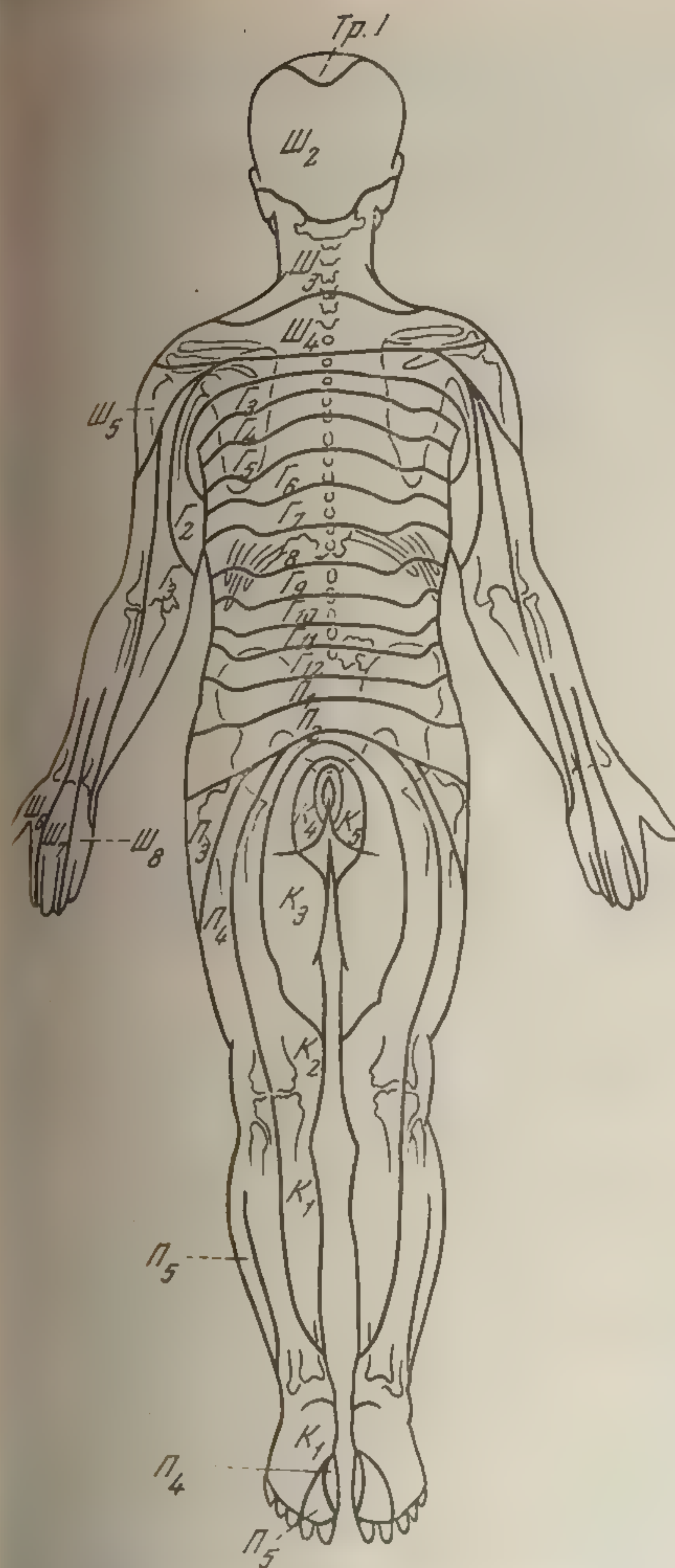


Рис. 8. Дерматомы — области, иннервируемые  
Tr.I-III — ветвями тройничного нерва; Ш1-Ш4 — шейными нервами;



различными нервами (по Гансену и Шлиаку)

Г1 — Г12 — грудными нервами; П1 — П5 — поясничными нервами;  
К1-5 — крестцовыми нервами



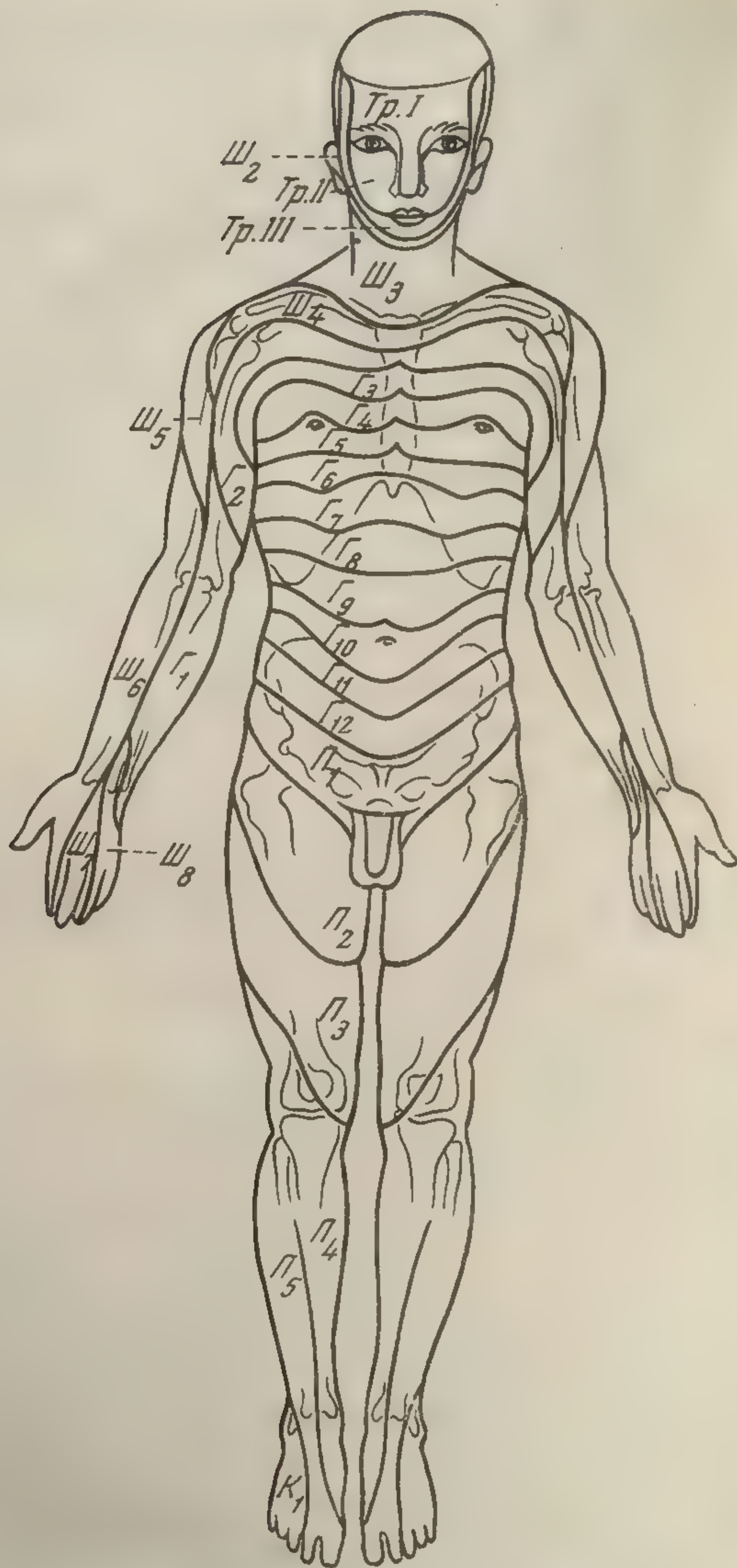
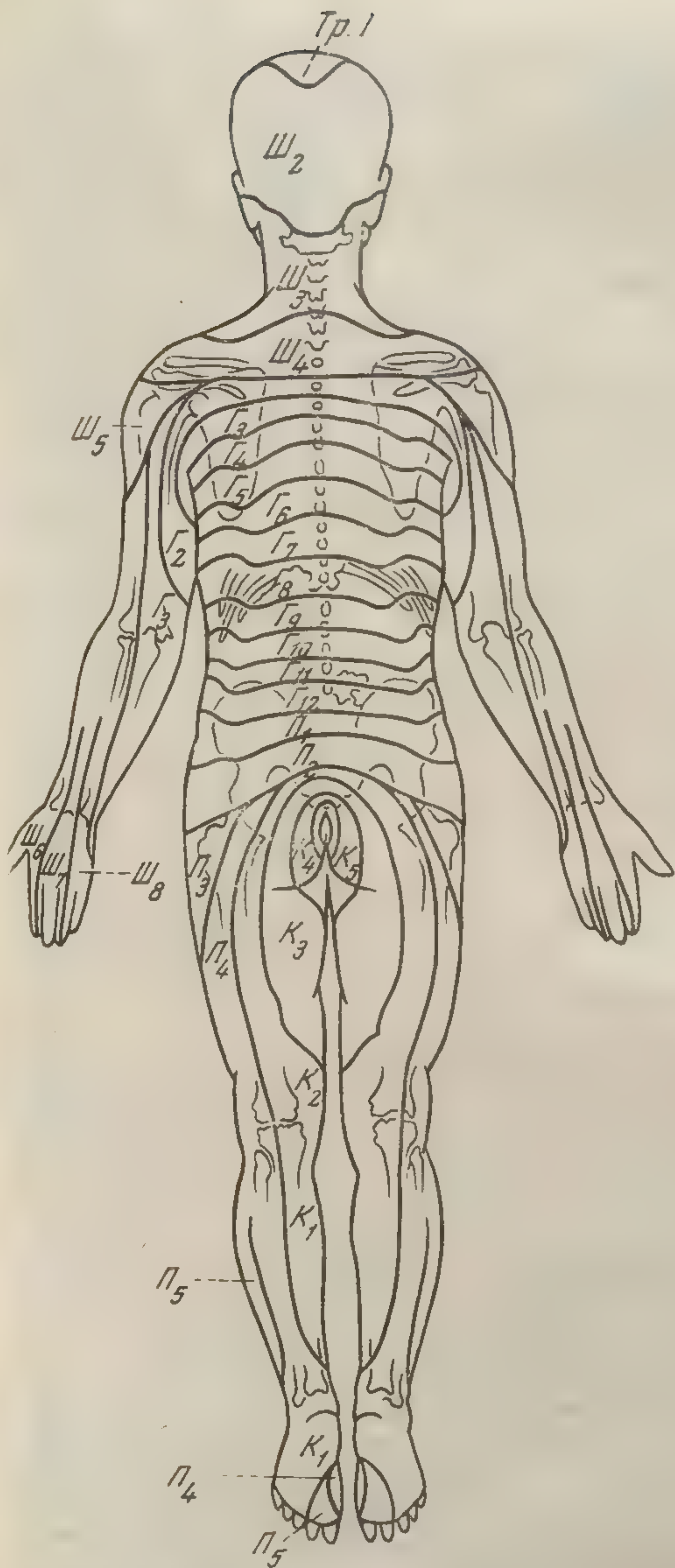


Рис. 8. Дерматомы — области, иннервируемые  
Тр. I-III — ветвями тройничного нерва; Ш<sub>1</sub>-Ш<sub>8</sub> — шейными нервами;





различными нервами (по Гансену и Шлиаку)

Г<sub>1</sub> — Г<sub>12</sub> — грудными нервами; П<sub>1</sub> — П<sub>5</sub> — поясничными нервами;  
К<sub>1-5</sub> — крестцовыми нервами

нервируемые  
ными нервами;



Само собой разумеется, не все болевые импульсы поступают предварительно в спинной мозг. Помимо 31 пары спинномозговых нервов имеется еще 12 пар черепномозговых, часть которых передает ощущения непосредственно в головной мозг. К ним относятся в первую очередь обонятельные, зрительные, слуховые, частично тройничные, лицевые и блуждающие нервы.

Если перерезать все задние корешки, снабжающие чувствительными нервами конечности собаки, то в первое время после операции животное теряет способность ходить. Лапы становятся нечувствительными, и животное не получает от них необходимой информации. Собака волочит лапы и лишь через некоторое время вновь приобретает способность управлять ими.

То же самое происходит у человека. После впрыскивания новокаина в кожу руки, т. е. после того как чувствительные импульсы перестали поступать в нервную систему, человек теряет способность производить рукой согласованные движения, например писать или играть на пианино. Отсутствие чувствительности нарушает двигательный процесс.

Последовательная перерезка задних чувствительных корешков показала, что каждый из них снабжает нервными волокнами определенную область кожной поверхности. В опытах на обезьянах было установлено, что каждый участок кожи получает нервные волокна по крайней мере от двух, если не от трех нервных корешков.

Определенные участки поверхности тела, посылающие информацию в спинной мозг через тот или иной задний корешок, носят название дерматом. Однако нет ни одного чувствительного участка, который не перекрывал бы соседний. Чувствительные нервные волокна каждой дерматомы направляют нервные импульсы по двум или трем нервным проводникам, и если одно нервное волокно по какой-либо причине выходит из строя, болевые раздражения передаются в центральную нервную систему по соседним стволам и корешкам.

Если перерезать чувствительный нерв, снабжающий своими ветвями определенную область кожи, она теряет болевую чувствительность только в центральной части, но сохраняет ее по краям. Это объясняется тем, что кожные дерматомы перекрывают друг друга и ветви нервов, расположенных рядом, образуют переплетающуюся гу-



стую сеть с причудливыми очертаниями. Рис. 8 изображает распределение чувствительных участков на поверхности кожи.

Исследования различных ученых, в особенности английских — Гассера и Эрлангера — показали, что проводимость нервных волокон неодинакова и зависит в значительной степени от их диаметра. Установлено, что существует три вида нервных волокон.

Волокна типа *A* — толстые нервные проводники, передающие двигательные и чувствительные импульсы со скоростью 50—140 м в секунду. Волокна покрыты толстой миелиновой оболочкой. Их диаметр 16—20 мк. По диаметру волокна группы *A* делятся на пять подгрупп (альфа-, бета-, гамма-, дельта-, ипсилон-волокна). При возбуждении этих волокон осциллограф отмечает серию быстрых электрических волн.

Волокна типа *B* диаметром 10—20 мк покрыты тонким слоем миелина. Они передают возбуждение со скоростью 15—35 м в секунду. Волокна типа *B*<sub>2</sub> диаметром 5—6 мк передают возбуждение со скоростью 10—15 м в секунду. Для волокон типа *B* характерны медленные, вялые электрические волны.

Волокна типа *C* — тонкие безмиелиновые нервные образования с еще более медленными потенциалами. Диаметр их равен 2 мк, а скорость проведения 0,6—2 м в секунду.

Как показал Гассер, болевое ощущение передается в центральную нервную систему по волокнам типа *A* и *C*. Быстро возникающая первичная боль (например, при булавочном уколе) распространяется по волокнам *A*, жгучая боль, наступающая после некоторого латентного (скрытого) периода, — по волокнам *C*. Волокна первой группы (так называемые дельта-ипсилон) передают возбуждение быстро, волокна второй группы — медленно, растянуто.

Локализованное (точно очерченное) болевое раздражение поступает в нервную систему по проводникам *A* и *B*. Расплывчатое, диффузное — по волокнам группы *C*. Если проведение болевой информации по волокнам *A* почему-либо затруднено или вовсе прекратилось, порог чувствительности рецепторов, посылающих сигналы по волокнам *C*, снижается и боль приобретает ноюще-жгучий характер. Поэтому алкогольные, мышьяковистые и атеросклеротические невриты сопровождаются жестокими боля-



ми, что, видимо, объясняется выпадением сигнализации по системе А.

Благодаря отсутствию оболочки, волокна С легко поддаются выключению при обезболивании новокаином, в то время как волокна типа А и В продолжают сохранять свою чувствительность.

И физиологи, и хирурги хорошо знают, что нервные стволы очень чувствительны к болевым раздражениям. Если во время операции перерезать, потянуть или сжать какой-либо чувствительный нерв, пациент испытывает чувство острой боли, распространяющейся на область, иннервируемую данным нервом.

Раздражение нервного ствола (например, скальпелем во время операции, лекарственными веществами при промывании глубокой раны, ударом и т. д.) вызывает острую боль, что указывает на возникновение в нем процесса возбуждения. Во всех случаях прикосновение к нерву чрезвычайно болезненно. По существу обнаженный нерв — это тоже рецептор, но измененный и своеобразный, резко отличающийся от обычного. На любое раздражение (легкое прикосновение, нагревание, охлаждение и т. д.) он всегда отвечает одним лишь болевым ощущением.

Иногда импульс возникает в перерезанном нерве (при так называемых фантомных болях) и вызывает ложные ощущения, но такие случаи имеют специальное значение, и о них будет сказано в другом месте (стр. 272).

Изучая действие боли на организм, исследователи не могли обойтись без опытов на животных. Физиологам давно известно, что легче всего вызвать у собаки сильную боль, раздражая слабым электрическим током седалищный нерв. Этот толстый нервный тяж, расположенный между мышцами задней поверхности бедра, особенно чувствителен к болевому раздражению.

Воспаление седалищного нерва у человека (ишиалгия) — мучительное заболевание, источником которого является нервный ствол. Если проколоть кожу и кончиком иглы коснуться седалищного или локтевого нерва, ощущение острой колющей боли мгновенно пронизывает человека. Жестokie боли испытывает больной, страдающий невралгией тройничного или языкоглоточного нерва.

Почти все кожные нервы чувствительны к боли, в чем легко убедиться, раздражая их слабым электрическим током. При этом боль распространяется на всю область



кожи, иннервируемую тем или иным центроостремительным нервом. Сильную боль можно вызвать также, раздражая нервные волокна, снабжающие мышцы.

В последние годы было установлено, что боль может передаваться и по сплетениям чрезвычайно тонких нервных волокон, заложенным в стенках артерий. Этот нервный путь сопровождает артериальный ствол по всей его длине и является, по-видимому, вспомогательным проводником боли. Так, известны случаи, когда в конечности сохранялись болевые ощущения, хотя чувствительный нерв был перерезан. Болевые ощущения обострялись при сжатии артериальной стенки и ослабевали, если была произведена операция удаления с поверхности артериальной стенки нервных сплетений — так называемая денервация артерий.

Каким же образом передаются сигналы от рецепторов в центральную нервную систему? Существуют ли методы исследования, которые показали бы, что действительно при раздражении воспринимающих приборов сигналы передаются по нервным стволам и центральная нервная система принимает их от кожи, мышц, внутренних органов и отвечает на них?

Способностью реагировать на возбуждение обладает каждая точка нерва. Слабый электрический ток, давление, действие какого-нибудь химического вещества вызывают раздражение нерва и распространение возбуждения. Но в обычных условиях импульсы никогда не возникают подобным образом. Возбуждение начинается, как правило, с нервных окончаний и по нервному стволу передается в центральную нервную систему.

В течение многих лет нервные импульсы оставались загадкой, так как нельзя было обнаружить каких-либо видимых признаков продвижения их по нерву. Даже наблюдения под микроскопом не обнаруживают в нервном волокне заметных изменений. Поэтому физиологи думали раньше, что нервы являются пассивными проводниками, позволяющими возбуждению, возникшему при раздражении, передвигаться от одного конца нерва к другому. Долгое время считалось, что нервные импульсы — это проходящий сквозь невидимые поры нерва поток особой жидкости, которую называли «животной силой» или «жизненным духом» и поведение которой считалось сходным с поведением воды, бегущей по трубам.



Шли годы, и под напором фактов, новых открытий и теоретических построений от всех этих домыслов пришлось отказаться. Начался новый период в истории физиологии. Нервное волокно стали сравнивать с металлической проволокой, а нервный импульс — с электрическим током. Однако и это оказалось неправильным, хотя каждый нервный импульс, как это доказано, сопровождается химическими и электрическими изменениями в нервных волокнах. При помощи специальных электроизмерительных приборов физиологи показали, что электрические изменения в нерве или, как их называют, токи действия проходят по нерву вслед за возбуждением с той же скоростью, что и нервный импульс. Работы русских ученых (В. Ю. Чаговца, А. Ф. Самойлова, Н. Е. Введенского, И. С. Бериташвили, Д. С. Воронцова), исследования шведского физиолога Гранита, австралийского — Экклса и др. способствовали выяснению сущности и механизма электрических явлений при нервном возбуждении.

В настоящее время имеется возможность зарегистрировать токи действия в тканях и тем самым показать, что возбуждение движется по нерву с определенной скоростью и в определенном направлении. Для того чтобы обнаружить существование токов действия, применяют специальные приборы, усиливающие эти токи во много раз.

При возбуждении одного нервного волокна в нем возникает ток напряжением в  $0,0001—0,0002$  вольта. Естественно, что для того чтобы уловить этот ток каким-нибудь измерительным прибором, необходимо усилить его во много раз. Мощные усилители, построенные на электронных лампах, употребляются во всех физиологических лабораториях, и им в значительной степени обязаны мы нашими знаниями о проведении возбуждения в нервном волокне и в нервном стволе.

Электрофизиологи научились регистрировать токи действия не только в одиночном нервном волокне, но и в отдельных нейронах коры головного мозга, зрительных бугров, подбугорья, ретикулярной формации, в клетках нервных узлов, в проводящих путях мозга и т. д. С этой целью также применяются мощные усилители и специальные записывающие приборы, называемые осциллографами. С помощью всех этих сложных и чрезвычайно чувствительных аппаратов удается записать на бумаге или на фотографической пленке токи действия в нервных



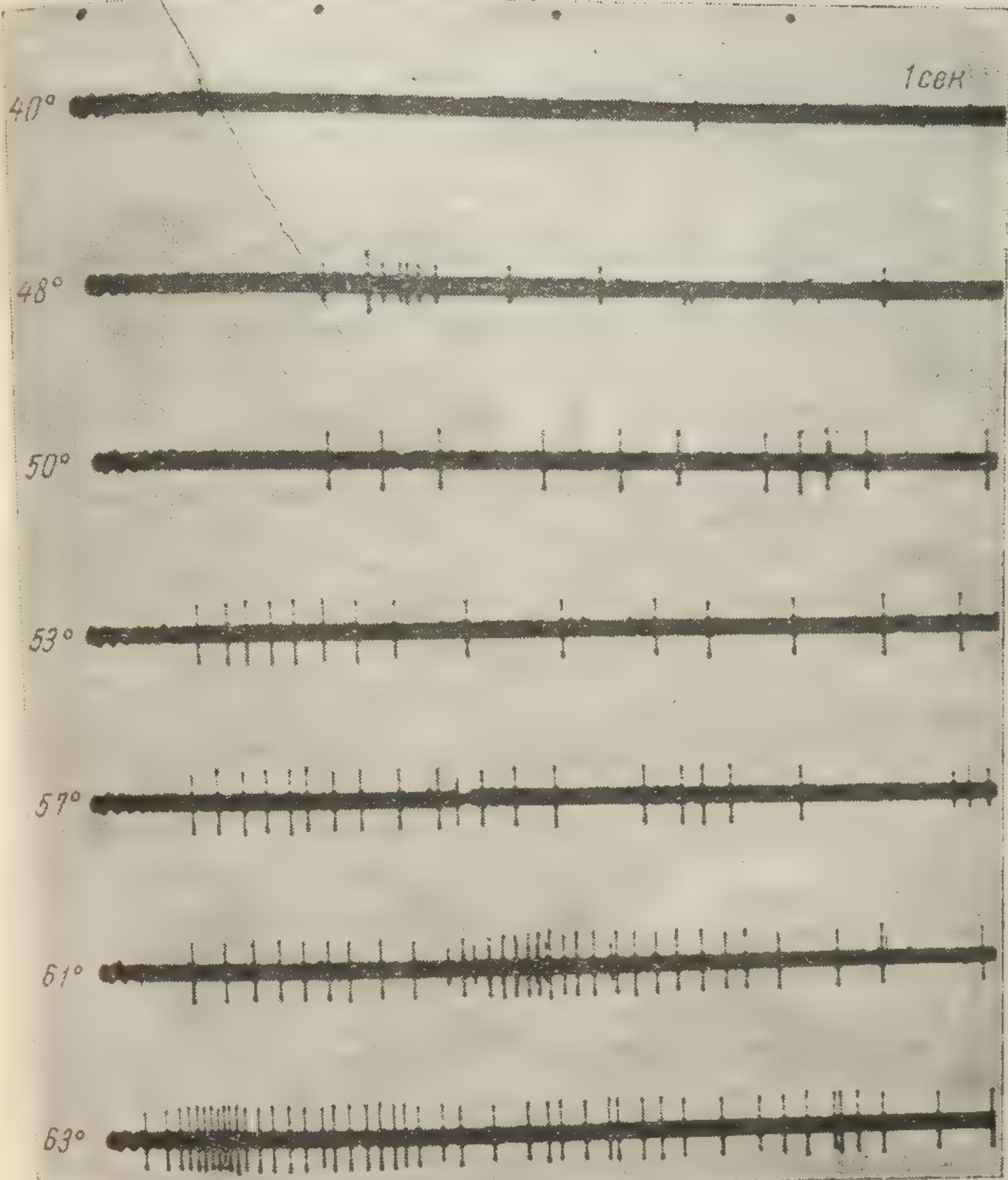


Рис. 9. Электрическая активность безмякотного нервного волокна при тепловом раздражении кожи. Число разрядов увеличивается по мере повышения температуры раздражителя (от 40 до 63°)



волокнах при раздражении рецепторов кожи, подкожной клетчатки, мышц, внутренних органов и т. д.

Если надавить подошвенную подушечку задней конечности кошки металлической пластинкой, то в нерве, отходящем от кожи, сразу возникает поток импульсов, который можно увидеть при помощи специальных усилителей на экране осциллографа. Это говорит о том, что рецепторы давления передают соответствующие сигналы в центральную нервную систему. При каждом сигнале возникает слабый электрический ток, который через усилитель и осциллограф записывается в виде одиночного зубца.

Еще в 1926 г. Эдриан показал, что интенсивность раздражения регистрируется в виде изменения частоты нервных импульсов. Если слегка коснуться подошвенной подушечки кошки, то в нерве регистрируется быстрый, но кратковременный взрыв импульсов.

Это явление длится не более одной пятой секунды и тотчас же затухает. Следовательно, мы записывали возбуждение рецепторов прикосновения. Центральная нервная система получает от них непродолжительный, но вполне достаточный для восприятия сигнал.

За последнее время хорошо изучены электрические потенциалы, возникающие при механических, термических, электрических и химических раздражениях рецепторов. Получены убедительные данные, показывающие, что рецепторы специфичны и отвечают только на адекватные воздействия (рис. 9). Если медленно втыкать острую иглу в подошвенную подушечку кошки, то в чувствительном нерве возникает ряд довольно беспорядочных, медленных импульсов. Эти импульсы отличаются от описанных выше своей силой и продолжительностью. По-видимому, для того чтобы в центральной нервной системе сформировалось ощущение боли, необходим «массивный» и длительный залп импульсов. Эта «массивность» позволяет ему проникнуть в такие отделы нервной системы, которые недоступны для короткого разряда.

Английский физиолог Игго утверждает, что с волокон типа C, передающих болевое раздражение, можно записать до 100 импульсов в секунду. В то же время при раздражении механорецепторов, передающих сигналы прикосновения или давления, число импульсов в нерве не превышает 15—40 импульсов в секунду.



Интересные результаты получил в 1966 г. американский физиолог Дональд Скотт. Он раздражал пульпу зуба у кошек и записывал возникающие при этом электрические потенциалы. Как известно, любое раздражение пульпы вызывает боль. Оказалось, что достаточно повысить температуру зуба на  $0,1^{\circ}\text{C}$ , чтобы число регистрируемых электрических разрядов значительно увеличилось. Если температура повысилась на  $3,5^{\circ}\text{C}$ , удастся записать до 200—250 импульсов в секунду.

Запись электрических потенциалов с рецепторов и одиночных нервных волокон позволяет регистрировать еще одно хорошо известное физиологам явление — адаптацию рецепторов (см. стр. 45). Установлено, что разряд электрических импульсов, возникающий в нервном волокне при раздражении рецепторов, постепенно затухает. Число одиночных сигналов уменьшается, наступает период адаптации. Существуют быстро и медленно адаптирующиеся рецепторы. Наиболее медленно адаптируются холодовые рецепторы. Они способны давать разряды в течение нескольких минут. Медленно адаптируются рецепторы растяжения во внутренних органах.

Игго, изучая адаптацию рецепторов волосяных луковиц кошки, кролика и обезьяны, пришел к выводу, что медленно адаптирующиеся рецепторы относятся к двум типам (I и II), различающимся характером электрического ответа и, по-видимому, некоторыми особенностями строения.

Химические и электрические изменения в нерве, возникающие при прохождении импульса, показывают, что нерв нельзя рассматривать как пассивный проводник, нечто вроде проволоки или кабеля, по которому распространяется «жизненная сила». Нервные волокна, как показали опыты на животных, активно участвуют в распространении импульса.

Английский физиолог Гассер сравнивает электрические явления в нервах с тиканьем часов. И то и другое является лишь внешним выражением каких-то внутренних механизмов. В основе электрических явлений лежат сложнейшие химические реакции, совершающиеся в клетках и волокнах. По мере прохождения импульса вдоль нервного волокна в нем последовательно возникают электрические и химические изменения. При помощи тонких и чувствительных методов установлено, что при возбуж-



дении в нерве значительно усиливается обмен веществ. Потребление кислорода возрастает на 20—30%, увеличивается выделение углекислоты и аммиака и даже повышается температура, хотя и очень незначительно.

\* \* \*

И, наконец, несколько заключительных слов. Читатель может прийти к выводу, что резкое учащение импульсов, поступающих в центральную нервную систему, и является причиной возникновения болевого ощущения. Чем больше сигналов, тем сильнее, казалось бы, боль. На самом деле это совсем не так. Возбуждение рецепторов и нервных проводников — только первый начальный этап боли. Частота электрических разрядов в рецепторе, нервном стволе, нейроне — своеобразный код передачи информации. Но комплексное интегративное чувство боли, формирующееся в центральных нервных структурах, гораздо сложнее и не сводится к элементарному «декодированию» поступающих электрических импульсов.

Из года в год, от одной конференции к другой исследователи начинают переоценивать электро-физиологические явления в происхождении болевого синдрома. Вряд ли «различные электро-физиологические феномены являются непосредственной причиной возникновения чувства боли. Нам кажется, что в этом смысле особенно мала роль параметра частоты импульсации», — говорит советский ученый П. К. Анохин в предисловии к сборнику «Нервные механизмы боли и зуда», изданному в 1962 г. Эти ноты прозвучали и на Парижском симпозиуме 1967 г.

Нельзя не признать, что, изучая периферические механизмы болевого ощущения, физиологи и врачи далеки от понимания его сущности. Поэтому не будем торопиться и попытаемся найти решение в следующих главах.



## Центральные механизмы болевого ощущения

### Спинной мозг

«Когда вы наступаете на гвоздь,— говорит хорошо известный советскому читателю английский физиолог Грей Уолтер,— вы сначала подпрыгиваете и лишь затем ощущаете боль. Сигналы успевают проделать свой путь по рефлекторной дуге туда и обратно за время меньшее, чем требуется чувству боли для достижения мозга»<sup>1</sup>.

Мы уже знаем, что механизмы «подпрыгивания» и боли не одни и те же. Поэтому не станем возвращаться к примитивной рефлекторной реакции. Путь болевого рефлекса гораздо длиннее и во много раз сложнее. Прежде чем достичь высших центров сознания в коре больших полушарий, болевая эстафета проходит через спинной мозг с его сложными входными и выходными устройствами. Американский физиолог Вулдридж называет спинной мозг главным кабелем организма. И действительно, в его толще проходят миллионы нервных волокон, доставляющих информацию головному мозгу и передающих мышцам и железам инструкции, результаты переработки этой информации нейронами коры и подкорки.

Многочисленные тела нервных клеток, сгруппированные во внутренней части спинного мозга и образующие похожее на бабочку или на букву Н серое вещество, окружены мощной системой проводящих путей — пучков и канатиков — из которых состоит белое вещество. Анатомы и физиологи выделили в нем восходящие и нисходящие столбы, канатики и пучки, имеющие различное целевое назначение.

<sup>1</sup> У. Грей. Живой мозг. «Мир», 1966, стр. 82.



Чувствительные нервные корешки вступают в спинной мозг в виде двух более или менее разграниченных пучков. Один пучок, расположенный ближе к средней линии, поднимается кверху и входит в состав задних восходящих столбов спинного мозга. Он состоит из толстых, покрытых миелином, волокон, прерывающихся в нейронах продолговатого мозга. По его волокнам в головной мозг передаются импульсы от рецепторов прикосновения и от внутренних органов нашего тела. Эти волокна доходят до зрительных бугров, здесь снова прерываются и затем направляются к коре задней центральной извилины головного мозга.

Волокна второго пучка заканчиваются в задних рогах серого вещества, разветвляясь вокруг нервных клеток. Они передают импульсы от рецепторов тепла, холода, боли (рис. 10). На вершинах задних рогов находятся скопления мелких клеток, отдаленно напоминающих студень. Это желатинозная субстанция Роланда — конечный путь толстых миелинизированных волокон, по которым передается «быстрая боль». Раздражение желатинозной субстанции некоторыми химическими веществами вызывает иногда у животных сильнейшую боль в конечностях и туловище.

От клеток серого вещества начинаются новые волокна, которые, перекрещиваясь, т. е. переходя из правой половины спинного мозга в левую и из левой в правую, объединяются в нервный пучок, известный под названием спинно-бугрового канатика. По нему идут сигналы боли. Этот канатик располагается в передне-боковом столбе спинного мозга. Состоит он в основном из тонких, лишенных миелиновой оболочки волокон. По этому пути болевые и температурные раздражения передаются в большие полушария головного мозга. Конечные нейроны его находятся в теменной доле коры головного мозга. Он является главным коллектором проводящих путей болевых импульсов нашего тела и собирает нервные волокна от многочисленных болевых рецепторов, заложенных во всех органах и тканях организма человека и животных. Перерезка спинно-бугрового канатика подавляет болевые и температурные ощущения в области, откуда идут перерезанные волокна. При блокаде правого пучка болевые ощущения исчезают в определенных участках левой половины тела, при блокаде левого пучка — в правой.



Рис. 10. Пути болевых импульсов. 1 — симпатический ствол; 2 — задний столб спинного мозга; 3 — передний столб спинного мозга; 4 — его шейная часть; 5 — его грудная часть; 6 — его поясничная часть; 7 — его крестцовая часть; 8 — лобная доля; 9 — височная доля; 10 — затылочная доля; 11 — теменная доля; 12 — височная доля; 13 — лобная доля; 14 — височная доля; 15 — затылочная доля; 16 — теменная доля; 17 — путь.



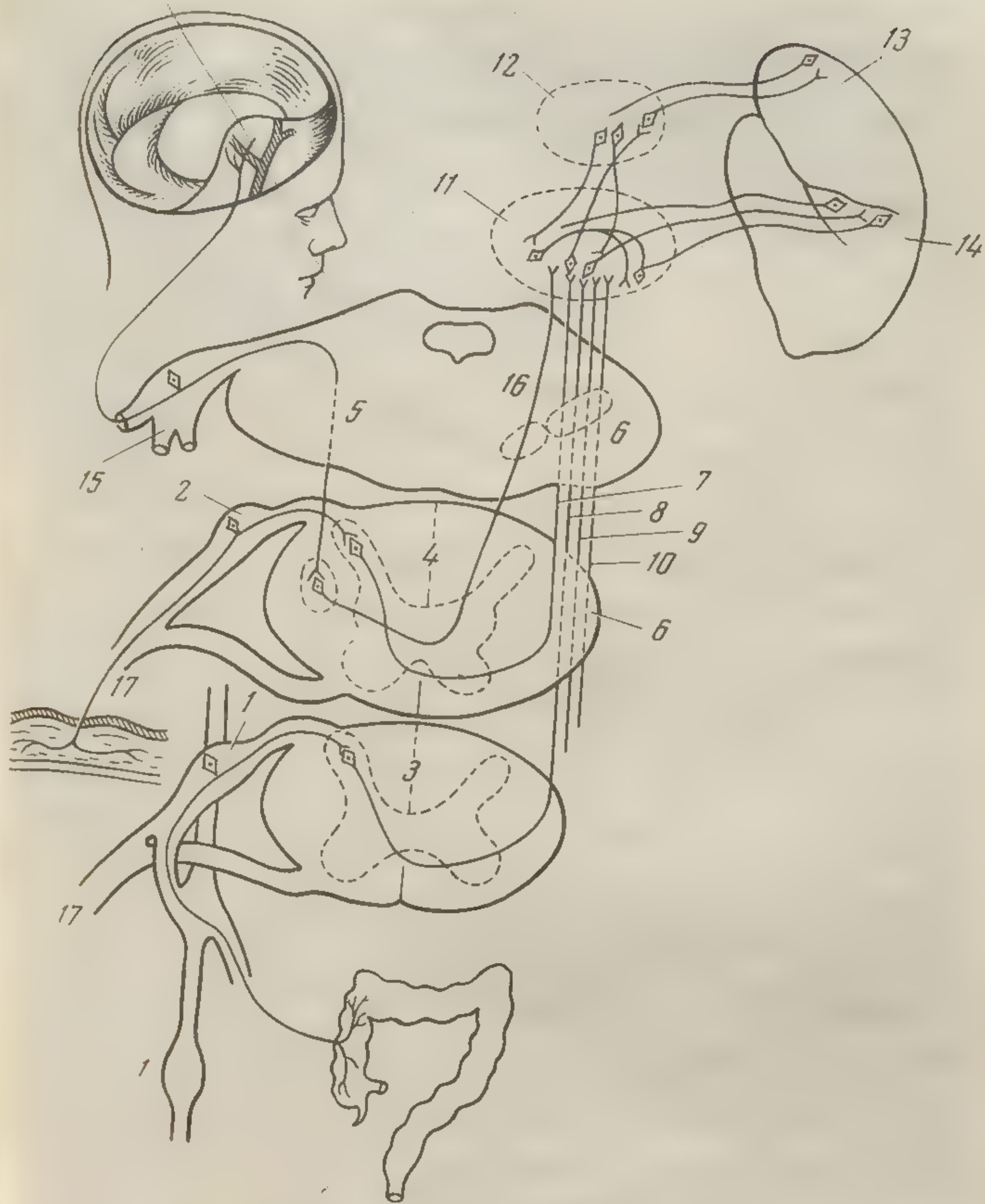


Рис. 10. Пути болевых раздражений (по Гийому, Сеза и Мазарсэ)  
 1 — симпатический ствол; 2 — межпозвоночный узел; 3 — поперечное сечение спинного мозга на уровне девятого грудного позвонка; 4 — поперечное сечение спинного мозга на уровне первого шейного позвонка; 5 — поперечное сечение спинного мозга на уровне Варолиева моста; 6 — спинно-бугровый тракт; 7 — его шейная часть; 8 — его грудная часть; 9 — его пояснично-крестцовая часть; 10 — его крестцовая часть; 11, 12 — ядра зрительных бугров; 13 — лобная доля мозга; 14 — задняя центральная извилина; 15 — тройничный нерв; 16 — путь от тройничного нерва к зрительному бугру; 17 — путь от болевого рецептора к спинной мозг



Однако чувство боли передается не только по спинно-бугровым канатикам. Природа всегда страхует себя и создает резервные возможности. Ей необходим избыток надежности. Отдельные болевые и температурные волокна, не перекрещиваясь и не вступая в главный коллектор болевой чувствительности, направляются в головной мозг через серое вещество задних рогов. Одновременно очень небольшая часть болевых волокон попадает в спинной мозг более сложным путем. Какой-то отрезок своего длинного пути, начавшегося в периферических рецепторах, они проходят вдоль позвоночного столба в толще пограничной симпатической цепочки. И лишь затем через задние корешки проникают в спинной мозг. Вот почему перерезка спинно-бугрового канатика в некоторых случаях не снимает чувства боли. Это объясняется тем, что сохраняются окольные пути, по которым болевое раздражение передается и вышележащие отделы центральной нервной системы.

Из спинного мозга проводящие волокна без какой-либо заметной границы переходят в продолговатый мозг, — важнейший отдел центрального нервного аппарата. Помимо центров дыхания, жевания, глотания, кашля, рвоты здесь находятся ядра чувствительных нервов черепа и мягких тканей головы — тройничного, языко-глоточного, добавочного и блуждающего. Здесь же находятся промежуточные нейроны, в которых прерываются волокна восходящих путей спинного мозга и начинается вторая дистанция их пути в головной мозг. Неподалеку от спинно-бугрового канатика в том же направлении в толще продолговатого мозга проходят волокна, связывающие ядра черепно-мозговых нервов с высшими болевыми центрами.

### Головной мозг

Самое изумительное произведение природы, ее высшее и наиболее совершенное достижение — головной мозг человека — изучается сотни лет учеными всего мира, но до сих пор мы не можем сказать, что его строение, химический состав и функции полностью известны. Физиологи нередко называют мозг «черным ящиком», используя образное выражение Норберта Винера. Под «черным ящиком» этот выдающийся математик подразумевал уст-



...ство, которое вы...  
...ным потенциалом. ...  
...исключающие выпозн...  
...Можно с правом сказа...  
...теральный со врем...  
...заметно приоста...  
...мозга, или, вообще...  
...шений животных к...  
...чедаром, что здесь...  
...ствознания, так как...  
...иция — человеческом...  
...ованье, сам становит...  
...Много изменилось с...  
...эти слова. С помо...  
...кого и химического...  
...ских токов, световых...  
...графов и других сл...  
...и человека. Удаче...  
...ирыне вопросы фи...  
...Грей Уолтер объясн...  
...приложенном техни...  
...и космических пу...  
...и орган, перед ко...  
...и...  
...и...



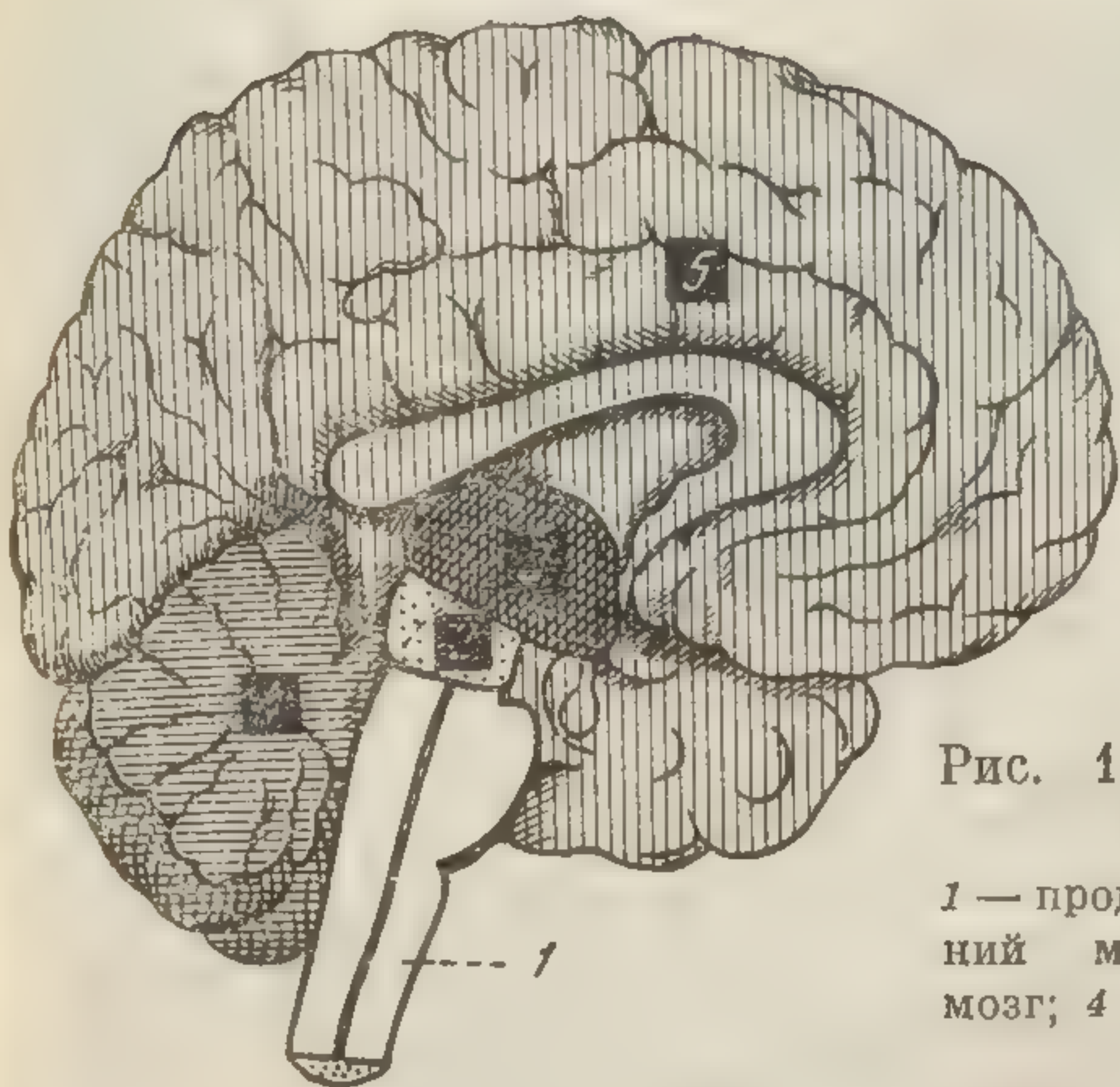


Рис. 11. Продольный разрез мозга (схема)

1 — продолговатый мозг; 2 — средний мозг; 3 — промежуточный мозг; 4 — мозжечок; 5 — передний мозг

ройство, которое выполняет определенную операцию над входным потенциалом, но строение и функции которого, обеспечивающие выполнение операции, нам неизвестны.

«Можно с правом сказать,— писал И. П. Павлов,— что неудержимый со времен Галилея ход естествознания впервые заметно приостанавливается перед высшим отделом мозга, или, вообще говоря, перед органом сложнейших отношений животных к внешнему миру. И, казалось, что это не даром, что здесь действительно критический момент естествознания, так как мозг, который в высшей его формации — человеческом мозгу — создавал и создает естествознание, сам становится объектом этого естествознания»<sup>1</sup>.

Многое изменилось с того времени, когда были произнесены эти слова. С помощью современных методов физического и химического исследования, усилителей электрических токов, световых и электронных микроскопов, спектрографов и других сложных приборов, изобретенных гением человека, удалось разрешить многие загадочные и спорные вопросы физиологии головного мозга.

Грей Уолтер объясняет успехи в области изучения мозга «приложением техники, фактов и теорий к проблемам человеческого общества в эпоху всеобщей связи, водородных бомб и космических путешествий». Благодаря этому таинственный орган, перед которым останавливалась мысль

<sup>1</sup> И. П. Павлов. Естествознание и мозг. Полн. собр. соч., т. III, вып. 2, Изд-во АН СССР, 1951, стр. 113.



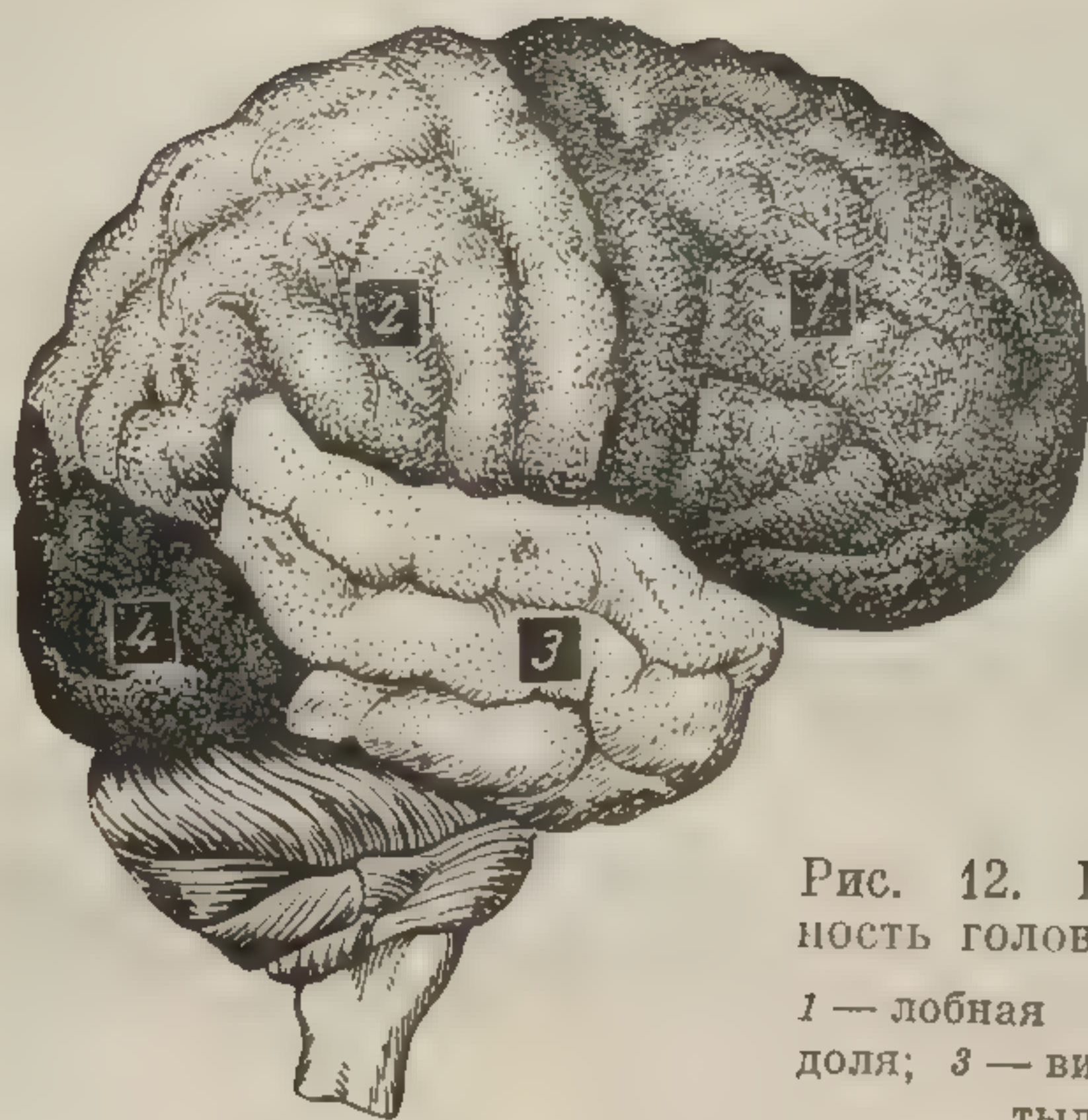


Рис. 12. Наружная поверхность головного мозга (схема)

1 — лобная доля; 2 — теменная доля; 3 — височная доля; 4 — затылочная доля

крупнейших исследователей на всем протяжении истории человечества, постепенно становится доступным познанию во всех своих деталях и своеобразных особенностях. Исследователь начинает постигать сущность процессов, совершающихся в его недрах. Шаг за шагом «черный ящик» открывает свои тайны.

Головной мозг составляет передний и наиболее важный отдел центральной нервной системы. Слой серого вещества покрывает полушария головного мозга, образуя его наиболее совершенную и сложную часть — кору. В толще головного мозга можно обнаружить скопления нервных клеток, образующие так называемые подкорковые центры — высшие, промежуточные и подчиненные, деятельность которых связана с отдельными функциями нашего организма. Густая сеть нервных волокон, объединяющих и связывающих различные центры, пучки выходящих из клеток коры и входящих в нее нервных путей, составляют ткань мозга, неповторимую и непревзойденную по своему строению, химическому составу и физиологическому назначению.

Головной мозг разделяется на пять отделов: передний мозг с полушариями большого мозга, промежуточный мозг, средний мозг, мозжечок, продолговатый мозг с Варолиевым мостом (рис. 11). Большой мозг состоит из двух полушарий, на поверхности которых кора образует глубокие борозды и причудливые извилины. Каждое полушарие



разделяется на отделы, называемые «долями» — лобной, теменной, затылочной и височной (рис. 12).

Какую же роль играют эти отделы в формировании болевого ощущения? Что делается с болевым сигналом, пробежавшим свой извилистый путь от нервного окончания до высшего распорядительного органа?

### Зрительные бугры

Из продолговатого и среднего мозга, миновав Варолиев мост, спинно-бугровый канатик и другие чувствительные проводники вступают в зрительные бугры, наиболее массивные и сложные подкорковые образования больших полушарий головного мозга. «В физиологии нервной системы,— писал В. М. Бехтерев в 1883 г.,— нет более темной области, как отправление зрительных бугров». И несмотря на то что за истекшие годы появилось немало число работ, посвященных анатомии и физиологии зрительных бугров, начиная с классических исследований самого Бехтерева, роль этого мозга далеко еще нельзя считать полностью изученной. Лишь в последние годы некоторые стороны деятельности зрительных бугров стали значительно яснее и сделалась более понятной их роль в физиологии больших полушарий мозга.

Зрительные бугры (таламическая область) представляют собой большие скопления серого вещества в межуточном мозгу. С двух сторон — правой и левой — они образуют стенки третьего желудочка мозга. К их нижней поверхности прилежит подбугорье (гипоталамус), задний утолщенный конец образует так называемую подушку, в которую поступает слуховая и зрительная информация. Огромным числом самых разнообразных нервных путей они связаны буквально со всеми отделами головного и спинного мозга. На разрезе легко обнаружить, что в зрительных буграх имеется пять основных серых ядер, разделенных прослойками белого вещества. Можно считать установленным, что зрительные бугры собирают все чувствительные импульсы, поступающие от периферических рецепторов в центральную нервную систему.

К передней части внутреннего (медиального) ядра подходят волокна обонятельного тракта, к задней — волокна протопатической болевой чувствительности (стр. 184). Здесь, по современным представлениям, формируются чув-



ства «удовольствия» и «неудовольствия». Задняя часть наружного (латерального) ядра является основным центром проприоцептивной чувствительности, т. е. получает импульсы из мышц и суставов, а также тактильные, болевые и температурные сигналы. К ней же подходит болевая информация, поступающая по тройничным нервам.

Остальные ядра не имеют непосредственного отношения к восприятию боли. Роль их многообразна и зависит в значительной степени от связей с другими отделами мозга. Множество нервных волокон соединяет ядра зрительных бугров с подбугорьем, где заложены центры высших вегетативных центров (обмена веществ, терморегуляции, сосудистого тонуса и т. д.), и другими подкорковыми образованиями, а так же с корой головного мозга.

Эти волокна пронизывают всю толщу мозга. Они обеспечивают бесперебойную двустороннюю связь зрительных бугров с корой и коры с подкорковыми образованиями. Зрительные бугры представляют древнейшую часть головного мозга. Они образовались в нервной системе живых существ, населявших землю, за много миллионов лет до появления человека и лишь впоследствии, в процессе эволюции, на более высоких ступенях зоологической лестницы появились те части мозга, которые носят название полушарий.

В течение многих лет шел спор о расположении высших центров болевого ощущения. До недавнего времени считалось наиболее вероятным, что болевое ощущение формируется не в коре головного мозга, а в зрительных буграх. Это предположение, высказанное английскими учеными Гэдом и Холмсом, поддерживали многие виднейшие физиологи и клиницисты (Лейн, Лавастин, Лериш, Аствацатуров, Орбели и др.). Однако большинство исследователей склоняются к мысли, что таламическая область мозга является лишь важнейшим узловым, но все же промежуточным центром болевого восприятия.

В настоящее время и физиологи, и практические врачи рассматривают зрительные бугры как главный информационный центр головного мозга. К ним направляется поток отдельных раздражений, возникших в различных рецепторах нашего тела. Однако множество импульсов, бомбардирующих эту область мозга, нами не осознается. Они не доходят до коры. Надо полагать, что и не все сверх-



Задняя...  
...ости, т. е. полу...  
...же тактильн...  
...й же подходе...  
...тройничн...  
...твенного отноше...  
...бразна и зависи...  
...ругими отдела...  
...дняет ядра зри...  
...ены центры выс...  
...ств, терморегуля...  
...ми подкорковым...  
...ого мозга.  
...мозга. Они обес...  
...связь зрительных...  
...и образованиями...  
...шую часть голов...  
...й системе живых...  
...миллионов лет до...  
...и, в процессе эво...  
...огической лестни...  
...сят название по...  
...сположении выс...  
...едавнего времени...  
...левое ощущение...  
...а в зрительных...  
...ое английскими...  
...и многие видней...  
...авастия, Лерни...  
...льшинство иссле...  
...мическая область...  
...м, по все же пре...  
...ия.  
...актические врач...  
...авный информа...  
...направляется по...  
...в различных ре...  
...о импульсов, бо...  
...е осознается. Они...  
...и не все сверх...

сильные раздражения, относящиеся к категории аллогенных, т. е. вызывающих боль, воспринимаются и должным образом оцениваются сознанием. Но если человек почувствовал боль, значит, болевые импульсы достигли высшего отдела центральной нервной системы — коры больших полушарий и осознаны ею как боль.

При некоторых формах нарушения деятельности зрительных бугров, — особенно наружного ядра, — вызванных недостаточным кровоснабжением, закупоркой артерии, питающей эту область мозга или (в более редких случаях) опухолью, возникают своеобразные изменения чувствительности, известные в клинике под названием таламического (бугрового) синдрома. Заболевание это, описанное в 1906 г. французскими невропатологами Дежеринем и Русси, представляет интереснейший пример центральных болей, не связанных с каким-либо болевым очагом в организме. На Парижском симпозиуме по боли 1967 г. известный французский клиницист Гарсен назвал таламический синдром «болью особого характера». Она ощущается главным образом в одной или нескольких конечностях, в области рта, лица, — как правило, на стороне, противоположной очагу поражения.

Бугровые боли могут быть глубокими или поверхностными, но всегда имеют нечеткий, расплывчатый, как говорят врачи, — диффузный оттенок. Даже самые наблюдательные пациенты не в состоянии их охарактеризовать и жалуются обычно на страх, тоску, неожиданные приступы раздражения, ярости, душевной слабости. При этом болевые ощущения отличаются удивительной стойкостью и почти не поддаются лечению.

Лица, страдающие таламическим синдромом, испытывают болезненность в одних участках кожной поверхности и теряют чувствительность в других. Легкое раздражение кожи, прикосновение, толчок вызывают долго длящееся «ползание мурашек», чувство покалывания и т. д. Эти ощущения сохраняются долго, значительно дольше, чем у здоровых людей. Немецкий невропатолог Ферстер дал этому явлению название *гиперпатии*.

Возникновение таламических болей разные исследователи объясняют по-разному. Гэд, например, считал, что они начинаются в том случае, когда кора головного мозга перестает контролировать деятельность нижележащих отделов центральной нервной системы. Были предложены и



другие теории, но они имеют специальное значение и вряд ли интересны широкому читателю.

В связи с этим возникает очень трудный для теоретического и экспериментального решения вопрос о переработке зрительными буграми получаемой ими информации.

Можно ли считать, что болевая импульсация вообще не доходит до корковых нейронов? Отнюдь нет. И к этому вопросу нам еще придется не раз возвращаться. Пока же ограничимся некоторыми замечаниями.

Мозг человека в состоянии бодрствования получает каждую секунду несметное количество сигналов из внешней и внутренней среды. Если каждый из них дойдет до сознания, жизнь вообще станет невозможной. Для того чтобы мозг осуществлял свою высшую регулирующую и направляющую деятельность, ему необходимо выделять наиболее значимые сигналы из того «шумового фона», который неизбежно возникает в мириадах живых систем, составляющих организм. Отбор сигналов и происходит в низших и промежуточных инстанциях центральной нервной системы.

Если зрительные бугры являются в основном центром древней, грубой, ничем не смягченной — протопатической чувствительности, то кора головного мозга способна дифференцировать сигналы тонкой чувствительности, призванной смягчить и локализовать чувство боли. Конечные центры эпикритической чувствительности находятся в коре головного мозга (стр. 184).

Спор между сторонниками «корковой» и «бугровой» локализации болевого восприятия потерял в настоящее время свою остроту. Вскрылись новые обстоятельства, позволяющие по-новому проследить пути болевых ощущений, совершенно иначе расценить давно известные факты и «устоявшиеся» истины.

Уже давно известно, что при раздражении какого-нибудь чувствующего нерва в коре головного мозга можно обнаружить два вида электрической активности, различающихся по времени их возникновения.

Еще в 1942 г. два американских физиолога Морисон и Демпси показали, что и при электрическом раздражении ядер зрительного бугра в коре удается получить два типа электрических реакций. Первый — с коротким латентным периодом, обнаруживающимся преимущественно в чувствительных зонах коры, в корковых ядрах тех или иных



анализаторов. Второй — с длинным латентным периодом, распространяющимся по всей коре и не поддающимся точной локализации. Эта распространенная (генерализованная) реакция коры головного мозга наблюдается при раздражении всех видов чувствующих волокон (зрительных, слуховых, обонятельных, тактильных, температурных и болевых). Можно было предположить, что периферические раздражения поступают в кору по двум различным проводящим системам. Один путь — специфический, хорошо известный, знакомый нам во всех деталях. Это путь зрительный, слуховой, вкусовой, обонятельный, тактильный, болевой, проприоцептивной информации. Другой — до недавнего времени неясный, гипотетический, более подробно изученный только за последние годы.

### Ретикулярная формация

Хирурги во время операций на центральной нервной системе давно заметили одно весьма интересное обстоятельство. Оказалось, что можно производить любые разрезы через кору больших полушарий мозга, можно удалять значительные участки мозговой ткани, иногда даже целое полушарие, тем не менее пациент продолжает бодрствовать и не теряет сознания. Однако стоит лишь слегка задеть инструментом некоторые точечные участки в глубине мозга, как больной немедленно впадает в бессознательное состояние, похожее на сон.

В конце 40-х годов нашего столетия американец Мэгун и итальянец Морucci провели на животных серию экспериментов, которые не только объяснили это наблюдение, но и заложили основу изучения функций особого образования мозга, известного под названием ретикулярной формации.

Ретикулярная формация представляет скопление нервных клеток в центральных отделах той части головного мозга, которую называют мозговым стволом. Нейроны ретикулярной формации благодаря наличию большого числа ветвящихся и переплетающихся отростков образуют густую нервную сеть (*reticulum*), отсюда и возникло название ретикулярная, или в переводе на русский язык сетевидная формация. Анатомы уже более ста лет назад описали этот своеобразно построенный отдел мозга. Но физиологическое значение его стало понятным лишь сравнительно недавно.



Если в опытах на животных разрушить определенные участки ретикулярной формации мозгового ствола, сохранив неповрежденными другие мозговые образования, наступает состояние длительной спячки. Вывести животное из спячки практически не удастся даже самыми сильными внешними раздражителями. Нервные импульсы беспрепятственно достигают коры больших полушарий головного мозга, но животное на них не реагирует. При этом электрические потенциалы, возникающие в коре мозга, ничем не отличаются от потенциалов, наблюдаемых при глубоком естественном сне. Попробуем через специально вживленные электроды раздражать слабым электрическим током сохранившиеся после первого опыта участки ретикулярной формации. Животное сразу просыпается, а на электроэнцефалограмме появляются типичные сдвиги, называемые физиологами «реакцией пробуждения».

Результаты этих опытов показывают, что ретикулярная формация непосредственно участвует в процессах регулирования сменяющих друг друга состояний — сна и бодрствования. В чем же смысл этого регулирования?

Как известно, мозг человека содержит полтора десятка миллиардов чрезвычайно сложно устроенных нервных клеток. Довольно подробно изучены многочисленные, подчас в высшей степени причудливые связи этих клеток друг с другом. Активное состояние — возбуждение, возникнув в одной клетке, теоретически может распространиться по всему мозгу. Если бы это на самом деле имело место, у нас не было бы никаких оснований восторгаться и изумляться деятельностью мозга. Любое воздействие на организм приводило бы к одной и той же однотипной реакции, напоминающей судорожный припадок, сходный с эпилептическим. А между тем мы прекрасно знаем, как точно приурочены ответы мозга к вызвавшему их воздействию. Достигается это благодаря очень тонкой и четкой системе регулирования физиологических процессов в мозгу. Одни его отделы способны воспринимать и перерабатывать приходящие к ним раздражения, другие лишены этой способности. При возбуждении одних нервных клеток в других клетках, лежащих по соседству или отдаленных, возникает торможение (подавление, угнетение деятельности).

Исследования последних лет показали, что в мозгу имеются специальные образования, предназначенные глав-

Рис. 13. Активизирующие пути спинного мозга. 1 — ретикулярная формация, 2 — активизирующие пути спинного мозга, 3 — путь активизирующей системы, 4 — путь активизирующей системы, 5 — путь активизирующей системы.

ным образом для регулирования его отдельных рабочих частей. Было доказано, что для этого недостаточно. Необходимо, чтобы в этом случае могли реализоваться активизирующие системы. Такое активизирующее влияние ретикулярная формация оказывает на спинной мозг.



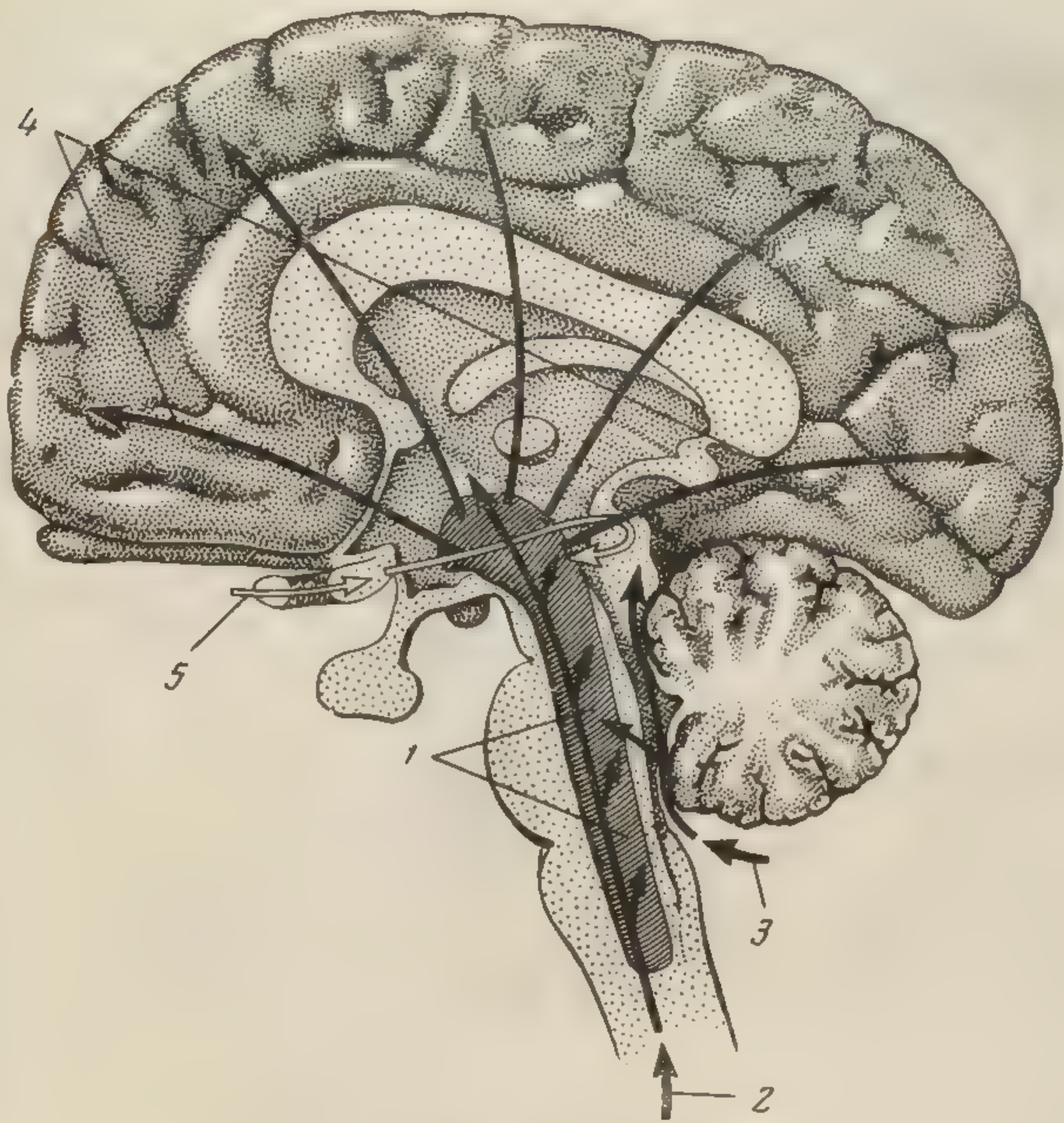


Рис. 13. Активирующие механизмы мозга

- 1 — ретикулярная формация; 2 — восходящие чувствительные пути спинного мозга; 3 — путь слуховых импульсов; 4 — путь активирующих импульсов к коре головного мозга; 5 — путь зрительных импульсов

ным образом для регулирования состояния и активности его отдельных рабочих частей. Одним из наиболее изученных образований подобного рода и является ретикулярная формация.

Было доказано, что для деятельности головного мозга одного только поступления в кору чувствительных сигналов недостаточно. Необходимо еще определенное рабочее состояние, рабочая настройка клеток коры. Лишь в этом случае могут реализоваться необходимые процессы восприятия и перерабатываться поступившая в кору информация. Такое рабочее состояние элементов коры создает ретикулярная система. Она оказывает распространенное тонизирующее влияние на определенные отделы



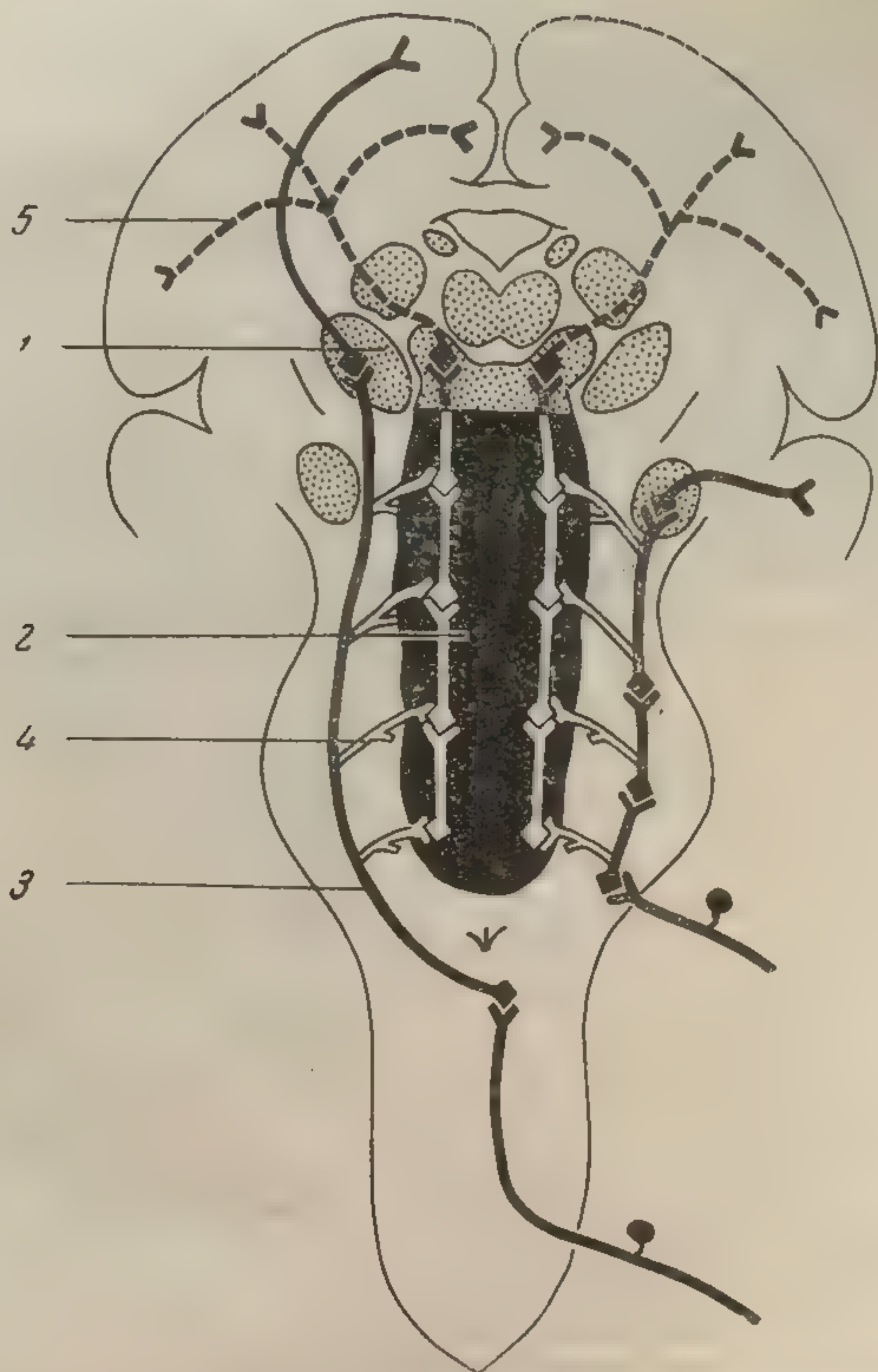


Рис. 14. Схематическое изображение специфических и активирующих систем головного мозга (по Бредли)

1 — ядра зрительных бугров; 2 — ретикулярная формация;  
3 — специфический афферентный путь; 4 — ответвления от специфического пути к клеткам ретикулярной формации;  
5 — активирующая система

головного мозга. Внешне это состояние проявляется в виде бодрствования. Вот почему ретикулярная формация получила название активирующей системы мозга (рис. 13). И вот почему книга одного из основоположников учения о ретикулярной формации Г. Мэгюна называется «Бодрствующий мозг».

Наряду с восходящей ретикулярной системой существует и нисходящая, контролирующая рефлекторную дея-



тельность спинного мозга. Многочисленные связующие волокна между корой мозга и ретикулярной формацией обеспечивают также обратное регулирование и направляющее влияние коры на элементы этой системы.

Возникает вопрос: каким же образом ретикулярная формация способна длительно активировать кору больших полушарий, создавать в ней состояние бодрствования?

От всех чувствительных путей, направляющихся в головной мозг и передающих сигналы, вызванные светом, звуком, прикосновением, давлением, теплом, холодом, болью, отходят боковые дорожки, заканчивающиеся у поверхности клеток ретикулярной формации. Любое внешнее раздражение — вспыхнувшая лампа, стук в дверь, рукопожатие, боль — возбуждает ретикулярную формацию. Она как бы сама заряжается энергией и заряжает кору головного мозга (рис. 14).

При этом ответвления от путей, проводящих самую разнообразную информацию, попадают в те же клетки ретикулярной системы. Сигналы, воспринятые ею, теряют свое лицо или, точнее, свою специфичность. Они становятся лишь инструментом зарядки, тонизирования коры головного мозга. Природа как будто позаботилась о том, чтобы все входные и выходные каналы головного мозга проходили через ретикулярную формацию.

Первоначально все казалось очень простым и легко понятным. Ретикулярная формация благодаря притоку соответствующих импульсов от органов чувств создает рабочую «атмосферу» в клетках коры и тем самым поддерживает состояние бодрствования. Но на самом деле это только схема, далеко не исчерпывающая сложных взаимоотношений в центральной нервной системе.

Мы все хорошо знаем, как трудно заснуть после дня, богатого событиями и переживаниями. Если же к этому еще примешиваются тревоги, волнения, заботы, может наступить бессонница, т. е. ненормальное, длительное, как бы неотключаемое состояние бодрствования. Человек не в состоянии заснуть, хотя приток раздражений извне может быть уменьшен. Хорошо известно, что люди, страдающие бессонницей, пытаются выключить даже самые слабые и привычные раздражители. Они останавливают на ночь тикающие часы, занавешивают окна, укутывают голову одеялом.



Понять и объяснить эти явления удалось сравнительно недавно, когда было обнаружено, что помимо нервных влияний, передающихся из ретикулярной формации к коре больших полушарий, существуют влияния, поступающие в обратном направлении, — от коры к ретикулярной формации. Возбуждение, возникшее в определенных участках коры, оказывает в одних случаях стимулирующее, в других подавляющее влияние на ретикулярную формацию. Следовательно, сама кора головного мозга может и поддерживать, и подавлять бодрствование. Наличие системы кольцевых связей: кора → ретикулярная формация → кора дает возможность высшим отделам центральной нервной системы регулировать через ретикулярную формацию свое рабочее состояние. Этим, вероятно, объясняется то обстоятельство, что лишь некоторые сигналы «заряжают» ретикулярную формацию.

Не все поступающие из внешнего мира раздражения способны прервать наш сон. Спящая мать реагирует на едва заметное движение ребенка, но не просыпается от грохота проносящегося поезда. Многие люди пробуждаются по заданию ■ требуемое время, многие умеют засыпать в любых обстоятельствах, несмотря на свет, шум, разговоры. Кора головного мозга, этот высший распорядитель, распределитель, регулятор деятельности организма, посылает в зависимости от прошлого опыта человека или животного только выборочные, определенные сигналы в ретикулярную формацию.

Можно считать доказанным, что активирующее, «заряжающее», «облегчающее» влияние ретикулярной формации на клетки коры головного мозга — один из факторов, поддерживающих состояние бодрствования. Прекращение сигнализации из ретикулярной формации, блокада ее активирующего действия, вызывает сон. При этом усиливается деятельность «возбуждающих сон» других неспецифических структур мозга, преимущественно расположенных между зрительными буграми и корой. Таким образом, перерыв или ослабление потока восходящих импульсов в кору бодрствующего мозга сопровождаются сонливостью, дремотой, сном, потерей сознания. В то же время короткие электрические раздражения ретикулярной формации пробуждают спящее животное. Бодрствование выключается и при некоторых заболеваниях и повреждениях, например при коме, травме черепа. Надо полагать,



что это также связано с подавлением активирующих влияний ретикулярной формации на кору мозга.

Однако за последние годы наши представления о механизмах сна и бодрствования значительно расширились и перестроились. Помимо ретикулярной формации в мозгу были обнаружены и другие структуры, как «пробуждающие», так и «возбуждающие сон». Изменилось и само представление о сне, как о разлитом торможении коры больших полушарий головного мозга. Большинство современных исследователей склоняются к мысли, что во время сна нейроны коры находятся в состоянии повышенной активности, что приводит к блокаде элементов мозга, получающих информацию из внешней среды. При этом перестраивается вся организация нервных процессов в высших отделах головного мозга.

Таким образом, проблема сна продолжает оставаться одной из самых сложных загадок физиологии центральной нервной системы. Старые представления не выдержали проверки временем, а новые не вышли за пределы накопления фактов и гипотетических обобщений. Понадобится, по-видимому, еще немало времени и сил, чтобы понять физиологическую и, что, вероятно, еще важнее, физико-химическую сущность сна.

Принято считать, что ретикулярная формация принадлежит к так называемым «неспецифическим» образованиям головного мозга. Ее задача обслуживать специализированные виды его деятельности, в частности анализ сигналов из внешнего и внутреннего мира.

Так ли это на самом деле?

В лаборатории П. К. Анохина кролику наносили болевое раздражение, опуская заднюю лапу в горячую воду, нагретую до 60°С. Было отмечено, что при этом в коре головного мозга возникают определенные изменения электрической активности. Если же животному предварительно вводили аминазин, вещество, блокирующее чувствительные к адреналину (адренергические) элементы ретикулярной формации, болевое ощущение не вызывало сдвигов в электроэнцефалограмме. Врачи, особенно психиатры, знают, что аминазин облегчает чувство боли. Но самое интересное заключается в том, что аминазин блокирует не всю ретикулярную формацию, а только те ее элементы, которые возбуждаются под влиянием боли, страха, и других отрицательных эмоций. При положительных эмоциональ-



ных реакциях, например при кормлении, ретикулярная формация продолжает активировать клетки коры и животное охотно поедает предложенную ему пищу. Уретан избирательно подавляет реакцию бодрствования, но не затрагивает механизма, активирующего влияние ретикулярной формации на болевое раздражение.

Таким образом, «неспецифическая» ретикулярная формация содержит определенные нервные элементы, влияющие не на всю кору, а только на отдельные комплексы клеток, и, следовательно, обладает специфическим действием на те или другие функции. Это позволило П. К. Анохину сделать вывод, что активирующая деятельность ретикулярной формации имеет в каждом отдельном случае целенаправленное биологическое значение и вовсе не является «генерализованной», как предполагалось раньше.

В дальнейшем был выявлен еще один интересный факт. Если у крысы разрушить определенные области ретикулярной формации, она начинает поглощать огромные количества пищи, никогда не насыщаясь и превращаясь постепенно в жировой ком.

Раздражение током некоторых участков ретикулярной формации вызывает у кошек приступ ярости, а разрушение их превращает послушное, прирученное животное в дикое и агрессивное.

Возникает вопрос: какое же значение имеет широко распространенное влияние ретикулярной формации на самые различные проявления деятельности нервной системы, практически на функции всего организма? Каково значение этого влияния? Необходимо оно и полезно ли?

Вернемся снова в физиологическую лабораторию и проведем несложный опыт. Через вживленные в различные отделы мозга электроды пропустим слабый электрический ток в ретикулярную формацию бодрствующего животного. Действие тока скажется почти моментально. Животное «замирает», настораживается, чего-то ждет. Мышцы его напряжены, а на электроэнцефалограмме отмечаются изменения, характерные для активного состояния высших отделов головного мозга. Такая же картина наблюдается у животного при новом и неожиданном внешнем раздражении, например при свистке, вспышке света, окрике. Подобного рода реакцию И. П. Павлов назвал ориентировочным рефлексом, рефлексом «что?» «что такое?», рефлексом на новизну.



Проблема ориентировочной реакции широко разрабатывается в отечественных и зарубежных лабораториях. Исследователи далеко не единодушны в оценке ее сущности и значения. Что касается высокоорганизованных животных и человека, то правильнее было бы говорить не об ориентировочной, а об ориентировочно-исследовательской реакции со сложными двигательными, вегетативными и поисковыми компонентами.

По-видимому, ориентировочная реакция отражает активную деятельность мозга. Цель ее — отобрать среди огромной массы поступающих из внешней среды раздражений лишь те, которые имеют определенное значение для жизнедеятельности и сохранения организма. В осуществлении ориентировочной реакции важную роль играют различные корковые и подкорковые структуры мозга, в том числе ретикулярная формация. Разрушение ее делает ориентировочную реакцию невозможной. Вот почему ретикулярную формацию можно рассматривать как устройство мозга, обеспечивающее состояние «общей мобилизации» организма по сигналу тревоги. Извне поступил новый и неожиданный сигнал: пища, опасность, друг, враг?! Организм должен быть подготовлен к любой деятельности: схватить добычу, убежать, спрятаться, не обращать внимания, если тревога окажется ложной. Эта подготовка к любому виду деятельности выражается в переходе высших отделов мозга в более активное состояние, изменении настройки двигательного аппарата, обостренном восприятии действительности органами чувств (не поступят ли еще какие-нибудь сигналы, проясняющие обстановку?), изменении дыхания, работы сердца, сосудов и других внутренних органов. Резервы подтянуты, организм пришел в состояние боевой готовности.

Но вот сигнал повторяется. Теперь уже необходимо произвести анализ обстановки, выработать план действий. На этом этапе мобилизация всех нервных приборов уже не нужна. Требуется лишь настройка тех механизмов нервной системы, которые принимают непосредственное участие в соответствующих неотложных мероприятиях. И высшие отделы головного мозга подавляют деятельность ретикулярной формации. Приказ об общей мобилизации отменен. Ориентировочный рефлекс угасает...

Работами многочисленных советских и зарубежных ученых установлено, что клетки ретикулярной формации



возбуждаются не только физическим сигналом. Они чутко реагируют на изменение в крови содержания углекислоты, сахара, других химических веществ, и в первую очередь гормонов и медиаторов (адреналина, норадреналина, ацетилхолина, серотонина, гистамина). Так, например, при голодании, когда «голодная» кровь омывает ретикулярную формацию, она мобилизует нервные механизмы поведения, направленные на поиски и добывание пищи. Можно сказать, что она «способствует переводу внутренних потребностей организма в поведение». Затрудненное дыхание у спящего человека приводит к накоплению углекислоты в крови, что вызывает возбуждение ретикулярной формации и пробуждение. Это спасает человека от удушья во сне.

Еще в начале нашего столетия И. П. Павлов, изучая образование условных рефлексов у животных, подчеркивал особое значение для психической деятельности подкорковых образований мозга, «заряжающих» энергией кору больших полушарий. Он говорил о «слепой силе» подкорки, о подкорке как «источнике энергии» для коры. Теперь уже ни у кого не возникает сомнений, что подкорка является своеобразным аккумулятором энергии и в ней находится особое регулирующее «зарядное» устройство — ретикулярная формация. Разумеется, она не представляет единственный регулирующий механизм мозга. Природа слишком изобретательна и предусмотрительна. В мозгу имеются и другие регулирующие аппараты, и любые попытки некоторых зарубежных исследователей поставить ретикулярную формацию во главе всей деятельности мозга должны быть отвергнуты, как не соответствующие научной истине.

Изучение функций ретикулярной формации головного мозга — важный шаг на пути познания конкретных материальных механизмов головного мозга. Путь этот долгий, трудный и неровный, но некоторую, небольшую, его часть мы прошли.

Какое же отношение имеет ретикулярная формация к восприятию боли?

Можно считать установленным, что при любом раздражении поверхности кожи поступающие с периферии импульсы заряжают ретикулярную формацию мозгового ствола. Болевое раздражение, пройдя длинный путь от рецептора до головного мозга воспринимается клетками



чувствительной зоны коры. Но вслед за этим через какой-то короткий промежуток времени, исчисляемый тысячными долями секунды, наступает широкая активация коры, обусловленная восходящими, облегчающими влияниями ретикулярной формации.

Существует два механизма возникновения чувства боли в головном мозгу, связанные у здорового человека воедино. При раздражении одного механизма (специфического) возникает простое ощущение боли, при раздражении второго механизма (неспецифического) — сложное, комплексное ощущение, обозначаемое как страдание, недуг, болезнь. Это ощущение осуществляется при участии целого ряда корковых и подкорковых образований. Ретикулярная формация мобилизует кору для реакции на болевое раздражение, так что последняя оказывается в состоянии привести в действие многообразную систему мероприятий, необходимых для устранения источника боли или для компенсации вызываемых ею нарушений жизнедеятельности организма. Можно считать доказанным, что во время болевого раздражения ретикулярная формация посылает в кору головного мозга огромное число нервных сигналов. Это приводит к резкому изменению активности корковых нейронов. Такие же сигналы идут в кору из зрительных бугров и других образований подкорковой области.

### Кора больших полушарий мозга

Кора больших полушарий связана нервными путями с нижележащими отделами центральной нервной системы, а через них — со всеми органами тела. С одной стороны, импульсы, поступающие с периферии, доходят до той или иной точки коры, с другой — кора посылает «распоряжения» в подкорковые образования мозга, а оттуда к органам-исполнителям. Кора головного мозга осуществляет тончайшее равновесие между организмом и внешней средой, регулирует и направляет физиологические процессы, протекающие внутри организма, обеспечивает его сложнейшее функциональное единство.

Каждый анализатор (например, зрения, обоняния, слуха и т. д.) имеет, по представлению И. П. Павлова, в коре головного мозга центральную часть (ядро), где осуществляются высший анализ и синтез, и широкую периферическую зону, в которой аналитические и синтетические



процессы совершаются в элементарном виде. Между ядрами отдельных анализаторов разбросаны и перемешаны нервные элементы, принадлежащие различным анализаторам. Если ядро анализатора в силу каких-либо причин разрушено или выбыло из строя, его функцию начинают выполнять периферические элементы того же анализатора. Современная физиология отвергает и узкий («абсолютный») локализационизм, и принцип однородности, равноценности всех участков коры мозга. Локализация существует, но имеет «подвижный», «динамический» характер, о чем еще много лет назад говорил И. П. Павлов.

Нервные образования, которые мы привыкли называть «центрами», не ограничиваются корой головного мозга. Они включают и подкорковые структуры, значение которых недооценивается некоторыми исследователями. Необходимо помнить, что любой центр коры головного мозга теснейшим образом связан со всеми другими отделами центральной нервной системы. В этом объединении, или, как говорят, интеграции, и заключается ведущая роль коры мозга в организме.

Представление о единых корковых центрах, полностью обеспечивающих какую-либо определенную функцию, является в настоящее время пройденным этапом в физиологии. К тому же кора головного мозга отличается необычайной пластичностью и одни ее отделы легко принимают функции других, компенсируя расстройство их деятельности, вызванное различными причинами. Наиболее важная задача современной науки — выявить анатомическую основу физиологических процессов и одновременно установить связи и взаимосвязи между всеми явлениями, наблюдаемыми в головном мозгу.

Исследования, проведенные русскими и иностранными учеными, показали, что в центральной извилине мозга, расположенной впереди от центральной борозды, находится специальная двигательная область. Раздражение ее электрическим током вызывает сокращение определенных мышц противоположной стороны тела. Напротив, удаление этой области хирургическим путем ведет к расстройству координированных движений, шаткости походки, ослаблению мышц. У человека ранение двигательной области сопровождается обычно параличами и другими тяжелыми нарушениями деятельности организма.



С помощью метода условных рефлексов удалось установить, что так называемые двигательные центры содержат чувствительные клетки, к которым приходят периферические раздражения от двигательного аппарата (костей, суставов, мышц). Эта область является мозговым концом двигательного анализатора в такой же степени, как затылочная область — мозговым концом зрительного анализатора, височная — слухового анализатора и т. д. В двигательной области имеются как чувствительные клетки, расположенные в верхних слоях коры, так и двигательные, сосредоточенные в ее нижних слоях. Импульсы от рецепторов двигательного аппарата поступают в чувствительные клетки передней мозговой извилины, а отсюда уже передаются двигательным клеткам головного и спинного мозга. Таким образом, каждый двигательный акт, каждое произвольное (волевое) движение обусловлено раздражениями, поступающими в кору головного мозга из внешней или внутренней среды.

Позади центральной борозды расположена чувствительная область коры. В ней заканчивается путь, начавшийся в рецепторах кожи и внутренних органов. Здесь расположен его конечный этап. Каждое полушарие мозга связано в основном с противоположной половиной тела. Однако существуют связи полушария и с одноименной половиной тела. Разрушение задней центральной извилины вызывает нарушение чувствительности в соответствующих сегментах тела.

Еще не так давно принято было считать, что рецепторы внутренних органов не имеют своего представительства в этих отделах мозга. Однако работы последних лет показали, что и интерорецепторы имеют связь с корой, хотя раздражение их не вызывает определенных ощущений и не доходит до сознания.

В этом плане особого внимания заслуживают исследования В. Н. Черниговского, его учеников и сотрудников. Исследуя метод отведения электрических потенциалов от определенных участков коры мозга, они установили, что все внутренние органы, посылающие информацию в головной мозг по чревным и брыжеечным нервам, имеют свое представительство в задней мозговой извилине коры. Даже блуждающие нервы, эти мощные проводники импульсов из внутренних органов в центральную нервную систему, тесно связаны с нейронами коры. Это открытие



особенно важно и неожиданно еще и потому, что ядра блуждающих нервов в продолговатом мозгу давно уже описаны и изучены.

Каждый по личному опыту знает, что психические волнения, переживания, неожиданные известия, напряженная умственная деятельность сопровождаются изменениями со стороны сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, мочевого пузыря и т. д. У лиц, страдающих грудной жабой или язвенной болезнью желудка, приступы болей возникают обычно при всякого рода психических травмах, волнениях, огорчениях и т. д. Раздражая электрическим током некоторые области коры, выключая их хирургическими или фармакологическими методами, исследователи установили, что можно по желанию изменять, ослаблять, усиливать, перестраивать работу сердца, желудка, кишок, почек и других внутренних органов. Это говорит о бесспорном влиянии коры головного мозга на мочевой пузырь и прямую кишку, слюно- и потоотделение, состояние мышц, просвет сосудов и т. д.

Условные рефлексy образуются не только при действии какого-либо внешнего агента, но и при всяком раздражении интерорецепторов. Условным раздражением может служить импульс со слизистой оболочки желудка, кишечника, мочевого пузыря, с рецепторов сосудов, селезенки и т. д. Любой сигнал из внутренних органов, если его сочетать с безусловным раздражением, может стать условным стимулом оборонительной пищевой или какой-либо другой деятельности животного. Следовательно, импульсы из внутренних органов обязательно проникают в кору головного мозга, так как только в этом случае возможно образование условных рефлексов.

Однако почему же все-таки сознание здорового, нормального человека не воспринимает информации, поступающей из внутренних органов?

В. Н. Черниговский выдвигает три предположения, каждое из которых требует, по-видимому, экспериментальной проверки. Прежде всего общая площадь коры мозга, занимаемая представительствам органов чувств, намного больше площади, в которую поступает сигнализация из внутренних органов. Число нейронов, «обслуживающих» в коре рецепторы слуха, зрения, вкуса, обоняния, осязания, во много раз превышает число нейронов, связанных с интерорецепторами. Кроме того, информация от внутренних



органов, в том числе и болевая, идет в мозг по самому медленному пути — по волокнам *C*, а от других рецепторов — по волокнам *A*. Сигналы от кожи, мышц, органов чувств гораздо быстрее достигают коры и, возможно, блокируют корковые элементы сознания. И, наконец, возможно, что организм каким-то образом тормозит, задерживает поступление информации из внутренних органов в кору. Этим он спасает наше сознание от огромного потока импульсов, которые могли бы подавить деятельность больших полушарий. Быть может, в первую очередь это относится к шестому чувству — боли, которая должна быть «осознана» корой только при исключительных обстоятельствах.

В верхней части задней центральной извилины мозга располагаются центры, воспринимающие ощущения из нижних конечностей, и нижней части — центры рецепторов кожной поверхности головы, лица и шеи. В коре затылочных долей обоих полушарий находятся зрительные центры, и височной доле — слуховые.

Если вырезать у собаки затылочные и височные доли больших полушарий, у нее начинают проявляться некоторые отклонения от нормальной деятельности со стороны зрения и слуха. После удаления затылочных долей собака не теряет способности видеть. Она обходит встречающиеся на пути предметы, различает свет и темноту и в то же время не узнает хозяина. У нее разрушен мозговой конец зрительного анализатора, и это лишает ее возможности производить тонкий анализ зрительных раздражений. То же самое происходит и при разрушении мозгового конца звукового анализатора. Животное различает только тишину и звук, но совершенно не в состоянии дифференцировать звуки, разобраться в шумах, тонах и т. д.

Иногда у людей наблюдаются заболевания, называемые «психической слепотой» или «психической глухотой». Такие люди хорошо видят предметы, но не в состоянии их узнать. Они хорошо слышат, но не понимают слов, не воспринимают речи и музыки. Эти заболевания возникают в тех случаях, когда структура коры головного мозга и затылочной или височной области нарушена. Нервные окончания у них в порядке, не пострадали и проводящие пути. Импульсы исправно передаются в головной мозг, но разрушено корковое ядро зрительного или слухового анализатора, и следовательно, расстроена аналитическая деятельность коры головного мозга.



В настоящее время большое внимание исследователи уделяют корковой локализации памяти, эмоций, мышления, даже характера, но в нашу задачу не входит разбор работ, посвященных представительству различных физиологических функций в коре больших полушарий.

Задняя центральная извилина воспринимает, по-видимому, также и болевое ощущение. Правда, вопрос этот нельзя считать окончательно решенным. Мнения исследователей разошлись, и если одним удавалось вызвать чувство боли при раздражении электрическим током задней центральной извилины, другие повторить этого опыта не сумели.

Еще в 1883 г. В. М. Бехтерев, работая в клинике профессора И. П. Мержеевского, удаляя у собак участки коры мозга в верхней части височной области, наблюдал значительное ослабление болевой чувствительности на противоположной половине тела. С тех пор накопилась большая, но весьма разноречивая литература по вопросу о локализации болевых центров в коре головного мозга. Хорошо известны опыты немецкого невролога Ферстера, который, раздражая электрическим током кору головного мозга в области задней центральной извилины, не мог вызвать отчетливого ощущения боли. Однако, как было установлено более поздними исследованиями, раздражение верхней теменной доли, особенно внутренней ее поверхности, сопровождается обычно сильной болью. Некоторые ученые наблюдали болевую реакцию при раздражении электрическим током отдельных участков коры головного мозга и мозжечка. По-видимому, при таком воздействии лишь усиливаются уже имеющиеся боли, особенно во внутренних органах, вызванные болезненным процессом. Таково мнение американского ученого Суита.

Советский физиолог Д. М. Гедеванишвили обнаружил в затылочной доле головного мозга участок коры, раздражение которого слабым электрическим током вызывает у кошек сильнейшую «реакцию гнева». Кошки становятся необычайно агрессивными, начинают мяукать и кричать. У них появляются характерные для боли движения хвоста, приходят в движение брови и усы. Животные кричат, рвутся из рук экспериментатора, выпускают когти и т. д.

Наблюдаемая картина, по мнению автора, воспроизводит болевую реакцию у кошки, вызванную раздражением периферического чувствительного нерва. Исходя из этого,



Гедеванишвили пришел к выводу, что «реакция гнева» зависит от возбуждения специального центра болевого ощущения. Дальнейшие его опыты показали, что раздражения «центра боли» приводят к повышению кровяного давления, сердцебиению, одышке и т. п.

Все эти опыты требуют проверки и уточнения. Вряд ли в коре головного мозга имеется строго локализованный «центр боли». Надо полагать, что наблюдаемая реакция вызывается не болью, а возбуждением корковых вегетативных центров. Большинство исследователей склоняются к мысли, что у человека болевая чувствительность связана с теменной долей головного мозга и задней центральной извилиной. Однако аффективную, эмоциональную окраску чувство боли приобретает под влиянием лобных долей головного мозга. Одно время при лечении некоторых психических заболеваний производилась перерезка нервных путей, связывающих лобные доли с другими частями мозга, так называемая, лоботомия, или лейкотомия. В этих случаях чувство боли не исчезало, но боль становилась безразличной, как бы далекой от реального мира. Американский физиолог Вулдридж рассказывает об одном из таких случаев.

Врач, беседуя с больной, подвергшейся операции лоботомии, был несколько удивлен, когда больная заявила, что боли у нее не только не исчезли, но даже ничуть не уменьшились. Между тем она выглядела бодрой, спокойной, здоровой и совершенно перестала жаловаться на мучившие ее до операции ощущения. В дальнейшем выяснилось, что лоботомия привела не к ослаблению самой боли, а к изменению психического состояния больной, в результате

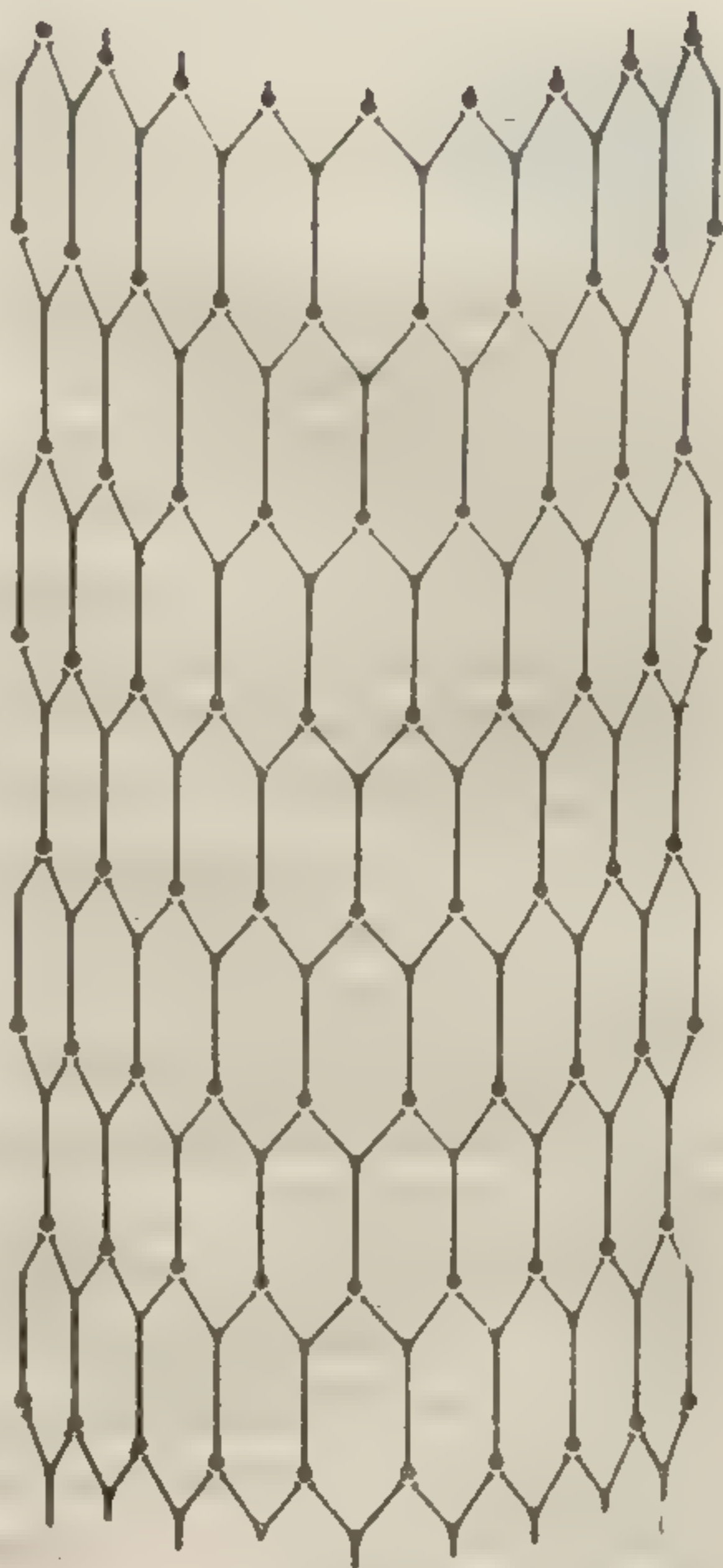


Рис. 15. Схема полисинаптической передачи импульса в сером веществе спинного мозга (по Норденбосу)



которого боль перестала ее беспокоить. Таких наблюдений накопилось немало, но это еще не значит, что для смягчения болей следует прибегать к столь «радикальному» воздействию.

Сходные результаты были получены при электрическом раздражении некоторых участков ретикулярной формации головного мозга через вживленные в нее электроды. Боли исчезали, но после прекращения раздражения возобновлялись с прежней силой.

В настоящее время можно считать доказанным, что раздражение специфических нервных окончаний кожи, мышц, внутренних органов воспринимается как болевое ощущение корковыми клетками головного мозга.

Кора больших полушарий играет основную роль в восприятии и «осознании» боли. Субъективное ощущение боли формируется именно в коре. Здесь объединяются и связываются в единое целое все раздражения, поступающие с периферии по разнообразным центrostремительным путям. Частично эти пути заканчиваются в зрительных буграх, но благодаря богатой сети корково-бугровых волокон и ретикулярной формации так или иначе связываются с клетками высших отделов головного мозга.

Таким образом, болевой путь от рецептора до коры мозга многократно прерывается в своеобразных реле — нервных клетках, дающих начало новой болевой дистанции. Его можно назвать многодистанционным или, вернее, много-(поли)синаптическим, т. е. состоящим из цепи связанных друг с другом через синапсы нейронов и их аксонов. На рис. 15 представлена схема полисинаптического афферентного пути в спинном мозгу, опубликованная голландским нейрохирургом Норденбосом. Нервное возбуждение, возникшее в одной точке сети, распространяется по серому веществу передних рогов от нейрона к нейрону и, переходя с одного участка на другой, доходит до высших нервных центров. Осознание и дифференцировка болевого ощущения происходит в высшем распорядительном отделе — коре мозга при участии целого ряда подкорковых образований больших полушарий.

Вегетативные

Периферический вегетативный

Еще не так давно в медицине считали, что нервная система состоит из двух самостоятельных друг от друга систем — а именно, вегетативной и соматической. Начало этому учению положил французский врач и физиолог Марсель Флаксманн, который разделил нервную систему на соматическую, относящуюся к телу животного, и вегетативную, относящуюся к внутренним органам.

Анимальные функции нервной системы. Вегетативная нервная система, состоящая из вегетативных ганглиев и нервов, может независимо от соматической нервной системы выполнять все ее функции, а именно: регулирование роста, размножения, питания, обмена веществ, регуляцию температуры тела, регуляцию кровяного давления, регуляцию ритма сердца, регуляцию ритма дыхания, регуляцию ритма пищеварения, регуляцию ритма выделения, регуляцию ритма сна и бодрости, регуляцию ритма половой жизни, регуляцию ритма репродуктивной функции (рис. 16).

В течение многих лет рассматривали как автономную систему вегетативную нервную систему, считая, что она имеет свое собственное управление, отличное от управления соматической нервной системы. Однако в настоящее время установлено, что вегетативная нервная система является частью соматической нервной системы и ее функции регулируются соматической нервной системой.



## Вегетативные механизмы боли

### Периферическая организация вегетативных процессов

Еще не так давно в медицине и биологии принято было считать, что нервный аппарат человека и животных состоит из двух самостоятельных, почти независимых друг от друга систем — анимальной и вегетативной. Начало этому учению положил в конце XVIII в. французский врач и физиолог Мари Франсуа Биша. Все функции организма он разделил на анимальные, свойственные только животным, и вегетативные — общие как животным, так и растениям.


Анимальные функции регулируются центральной нервной системой, вегетативные — специальным нервным аппаратом, состоящим из нервных узлов (ганглиев). Каждый узел — нечто вроде маленького мозга, который может независимо от центральной нервной системы выполнять все ее функции. Ощущение, движение, речь составляют, по Биша, группу анимальных функций; питание, рост, размножение — группу вегетативных. Отсюда и нервная система, регулирующая функции животной жизни, получила название анимальной, а нервная система, регулирующая функции растительной жизни, — вегетативной (рис. 16).

В течение многих лет вегетативную нервную систему рассматривали как автономное, независимое от головного и отчасти спинного мозга нервное хозяйство, управляющее явлениями «растительной» жизни. К последним относили кровообращение, дыхание, пищеварение, мочеотделение, другими словами, все непроизвольные процессы, не подчиняющиеся воле и сознанию. Перелом наступил в









следования английских ученых Ленгли и Гаскела, немецких — Шиффа и Мюллера, французских — Биша и Браше, американских — Кеннона и Гелльгорна, швейцарских — Гесса и Моннье, румынского — Даниэлопуло и многих, многих других позволили расшифровать необычайно сложные механизмы вегетативных реакций. Оказалось, что «растительные» функции в такой же степени подчинены головному мозгу, как и «животные». Об этом писал еще в 1875 г. выдающийся русский физиолог А. Я. Данилевский. Раздражая электрическим током лобные доли мозга, он вызывал изменение деятельности сердца, нарушение ритма дыхания. Интереснейшими работами казанской физиологической школы, возглавлявшейся Н. А. Миславским, было окончательно установлено, что в продолговатом мозгу находятся центры, регулирующие дыхание и кровообращение. За какие-нибудь два-три десятка лет исследования современных физиологов полностью перестроили представление об автономности нервной системы и доказали, что она является неотъемлемой частью единого, целостного нервного аппарата.

Л. А. Орбели создал и в течение ряда лет развивал теорию адаптационно-трофической (приспособительной) роли симпатического отдела вегетативной нервной системы в организме. Изменяя обмен веществ, симпатическая нервная система настраивает орган, приспособляет его к определенной деятельности. Такое влияние она оказывает на все органы и ткани, в том числе и на центральную нервную систему, включая ее высшие отделы.

Среди советских клиницистов, изучавших состояние вегетативной нервной системы при различных нарушениях деятельности организма, следует назвать имена Г. И. Маркелова, И. И. Русецкого, Н. И. Гращенкова. Им наука обязана многими интересными исследованиями, посвященными вегетативным расстройствам.

Строение вегетативной нервной системы отличается некоторыми особенностями. Она имеет свои высшие центры, расположенные в головном и спинном мозгу, подчиненные центры — периферические узлы, или ганглии, и мощную сеть нервных волокон, оплетающих и пронизывающих буквально все органы и ткани. Как правило, вегетативные волокна по пути от нервных центров к иннервируемым органам прерываются в определенных нервных узлах.



Поэтому различают волокна предузловые — от центра до нервного узла (преганглионарные) и послеузловые (постганглионарные) — от узла до цели. В этом различие между вегетативным нервным волокном и двигательным, которое, как известно, без перерыва следует от нервного центра до исполнительного органа.

Вегетативная нервная система подразделяется на два больших отдела — симпатический и парасимпатический. Большинство органов и тканей снабжено как симпатическими, так и парасимпатическими волокнами. Эта двойная иннервация имеет исключительно важное значение для жизнедеятельности нашего организма. Она обеспечивает тонкую и точную регуляцию функций. Но в то время как симпатические волокна проникают во все органы, парасимпатические разветвляются лишь в некоторых.

Влияние симпатических и парасимпатических нервов на физиологические процессы неодинаково, иногда даже противоположно. В одних случаях симпатический отдел вегетативной нервной системы возбуждает деятельность клеток, тканей, органов, а парасимпатический тормозит ее, в других имеют место обратные соотношения.

Господствовавшие в XVIII в. представления о функции симпатической нервной системы как о регуляторе деятельности органов, обеспечивающем «симпатию и согласие органов» (отсюда и название этой части нервной системы), давно уже имеет лишь историческое значение и заменено более точными анатомо-экспериментальными данными науки.

При возбуждении симпатических нервов учащается ритм сердечных сокращений, суживаются сосуды, повышается кровяное давление, пульс становится быстрым и напряженным, усиливается обмен веществ, улучшается питание тканей. В то же время гладкая мускулатура желудка и кишок расслабляется и венечные сосуды, снабжающие сердце кровью, расширяются. Симпатические нервы расширяют зрачок и сокращают мышцы волосяных мешочков, вследствие чего волосы взъерошиваются, как говорят, «становятся дыбом», ошетиняются. Симпатические импульсы вызывают отделение густой, вязкой слюны и в то же время уменьшают секрецию желудочного сока. Под влиянием симпатических нервов утомленная, едва сокращающаяся мышца начинает работать энергич-



нее. В ней изменяются химические процессы, повышается обмен веществ, увеличивается образование тепла.

Многочисленные рецепторы нашего организма, в том числе кожные рецепторы прикосновения, давления, боли, тепла и холода, иннервируются волокнами симпатической нервной системы. Симпатическими нервами снабжены спинной и головной мозг, в том числе его высшие отделы.

Несколько иную роль играет в организме парасимпатическая нервная система. Действие ее во многих отношениях противоположно действию симпатической. При возбуждении парасимпатических волокон ритм сердечных сокращений замедляется, сосуды расширяются, кровяное давление падает и одновременно суживаются венечные сосуды, что ведет к ухудшению кровоснабжения сердца. Импульсы, идущие по парасимпатическим нервам, вызывают отделение жидкой обильной слюны, увеличение секреции желудочного и кишечного соков, усиление движений желудка и кишок, отложение резервов в организме. При возбуждении парасимпатических волокон зрачок резко суживается, увеличивается отделение слез и количество мочи.

Обычно принято считать, что в нормальном организме симпатическая нервная система способствует повышению общей активности организма, а парасимпатическая — восстановлению затрат, связанных с его деятельностью. Однако далеко не всегда симпатический и парасимпатический отделы нервной системы действуют противоположно. Вряд ли в организме вообще возможен столь резко выраженный антагонизм. Понятие об антагонизме, т. е. о противодействии между различными отделами вегетативной нервной системы, уже давно подлежит пересмотру. Физиология целостного организма может говорить об относительном антагонизме, вернее, о единстве противоположностей, о едином механизме противоположно действующих факторов. Между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы существуют анатомические и физиологические связи. Они способствуют согласованной совместной деятельности и взаимовлиянию различных частей вегетативной системы. Но, действию различных частей вегетативной системы по-видимому, нередко одни и те же процессы в организме возникают (или прекращаются) под влиянием симпатических нервов и прекращаются (либо возникают) под влиянием парасимпатических.



Для деятельности вегетативной нервной системы огромное значение имеют биологически активные вещества — передатчики нервного возбуждения. Ацетилхолин и норадреналин — два важнейших химических соединения в организме человека и животных, осуществляющие передачу возбуждения в синапсах вегетативной нервной системы как в центрах, так и на периферии.

Многие исследователи до недавних пор считали, что передатчиком нервных импульсов в парасимпатической системе является ацетилхолин, а в симпатической — симпатин, представляющий сочетание адреналина и продуктов его превращения. Но теперь уже доказано, что симпатин равнозначен норадреналину — биохимическому предшественнику адреналина. Выяснилось также, что существуют симпатические волокна, выделяющие при возбуждении ацетилхолин, и парасимпатические, образующие в процессе своей деятельности норадреналин. Поэтому вегетативные нервные волокна делят на две группы — холинергические с ацетилхолиновой передачей и адренергические, осуществляющие свою деятельность путем выделения норадреналина.

Вегетативная нервная система принимает самое деятельное участие в удивительно тонкой игре механизмов, регулирующих физиологические процессы, возбуждающих одни клетки и тормозящих деятельность других. Реакции вегетативной нервной системы имеют важнейшее значение для живых существ, начиная от доклеточных элементов и кончая целостным организмом. Голод, насыщение, аппетит, жажда, рвота, радость, гнев, страх — все это в той или иной степени связано с состоянием и деятельностью вегетативной нервной системы.

В последние годы появились исследования, посвященные болевой чувствительности вегетативных узлов и волокон. Во время операций на людях было установлено, что шейная симпатическая цепочка чрезвычайно чувствительна к механическим и электрическим раздражениям. Прикосновение к ней скальпелем или пинцетом вызывает резкое, подчас мучительное болевое ощущение. Пациент отмечает при этом боли в различных органах, иногда даже расположенных довольно далеко от места прикосновения инструмента. Так, например, раздражение верхнего шейного узла симпатической нервной системы вызывает сильные боли в зубах, в нижней челюсти и иногда в ухе.

Раздражение вегетативной системы приводит к тому, что распределение вегетативных импульсов в плечевом узле при грудной жабе. Он может вызвать электрические импульсы в области сердца.

Все это привело к мысли, что вегетативные импульсы могут передаваться в парасимпатическом или симпатическом волокнах. Эти волокна имеют диаметр 2—2,5 мм и, дойдя до нервного сплетения, расширяются в более тонкие ветви.

Хотя в литературе нет данных, все же можно думать, что вегетативная нервная система связана с другими органами. Это тем более вероятно, что русский гистолог А. С. Левацкий в 1902 году сообщил о том, что в симпатических нервных волокнах.

Для деятельности вегетативной нервной системы имеют значение так называемые вегетативные рефлексы, а именно: возникшее в рецепторах раздражение переходит в точку перекреста ветви на другую ветвь, вызывая иной эффект.

Сходные реакции были описаны и в других исследованиях, но описал их впервые XIX в. Емму. Реакции эти примитивны, они играют все меньшую роль в жизни. Определенная роль принадлежит вегетативной нервной системе.



Раздражение звездчатого узла сопровождается тяжелыми болями в плечевом поясе и в спине. Лериш утверждает, что распределение вегетативных волокон левого звездчатого узла полностью совпадает с распространением болей при грудной жабе. Он наблюдал возникновение сильнейших болей в области сердца при раздражении этого узла иглой или электрическим током.

Все это привело к мысли, что болевые раздражения могут передаваться в центральную нервную систему по симпатическим или даже парасимпатическим волокнам. Волокна эти принадлежат к наиболее тонким (типа *C*) и имеют диаметр 2—2,5 мк. Возбуждение идет по ним медленно и, дойдя до нервных центров, вызывает мучительную расплывчатую боль.

Хотя в литературе нет единства взглядов на этот вопрос, все же можно думать, что чувствительность внутренних органов связана с вегетативной нервной системой. Это тем более вероятно, что еще в 1896 г. выдающийся русский гистолог А. С. Догель описал в ней чувствительные нейроны. К сожалению, его работы были забыты и лишь в недавнее время венгерский ученый Кисс подтвердил, что в симпатических цепочках существуют чувствительные волокна.

Для деятельности периферических элементов вегетативной нервной системы характерны особые виды рефлексов — так называемые аксон-рефлекс. В отличие от истинных рефлексов, аксон-рефлекс осуществляется без непосредственного участия нервных центров. Возбуждение, возникшее в рецепторе, не достигает нервной клетки, а переходит в точке разветвления нервного волокна с одной ветви на другую, вызывая таким образом тот или иной эффект.

Сходные реакции наблюдали многие ученые (первыми были русские исследователи А. И. Бабухин и Н. М. Соковнин), но описал их английский ученый Ленгли в конце XIX в. Ему и принадлежит название «аксон-рефлекс». Реакции эти примитивны, с развитием нервной системы они играют все меньшую и меньшую роль. Примером аксон-рефлекса может служить покраснение кожи при ее поглаживании. Определенную роль в возникновении аксон-рефлекторных реакций играют образующиеся в нервных окончаниях химические вещества типа ацетилхолина или гистамина.



Вегетативная нервная система необычайно чутко реагирует на все раздражения, поступающие из внешней и внутренней среды, и обеспечивает приспособление организма к постоянно меняющимся внешним и отчасти внутренним условиям. Время дня, года, атмосферное давление, погода, температура воздуха оказывают на нее свое закономерное влияние. Исключительное значение для реакций, осуществляемых всем вегетативным аппаратом, имеют внешние воздействия на органы чувств (свет, звук, запах).

Существует немало химических соединений, усиливающих и ослабляющих деятельность вегетативной нервной системы. Современная фармакология изготавливает их десятками. Симпатический отдел вегетативной нервной системы возбуждается при введении в кровь синтетических препаратов адреналина и норадреналина.

В организме адреналин постоянно поступает из надпочечников в кровь и стимулирует симпатические центры и узлы. Подобным же образом действуют и многие другие искусственно полученные симпатотропные, т. е. возбуждающие симпатический отдел нервной системы, вещества. К ним относятся симпатол, синефрин, неосинефрин (вазотон и мезатон), фенамин, эфедрин, тирамин, соли кальция и т. д.

Попробуем ввести под кожу или в кровь незначительное количество ацетилхолина. Почти тотчас же после введения кровяное давление начинает снижаться, деятельность сердца резко замедляется, сосуды расширяются, зрачки суживаются. У человека усиливается потоотделение, отмечается тошнота, нередко начинаются спазмы кишечника. Введенный в кровь препарат ацетилхолина вызывает множество парасимпатических реакций, действуя непосредственно на ткани и клетки, а кроме того возбуждает парасимпатические элементы вегетативной нервной системы, в первую очередь блуждающий нерв. Но действие ацетилхолина непродолжительно. Он быстро расщепляется ферментной системой холинэстераз и прекращает свое существование. Поэтому вещества, близкие к ацетилхолину, но не расщепляющиеся под влиянием холинэстераз, например карбаминохолин, некоторые фармакологические препараты (мускарин, пилокарпин, ареколин), соли калия и т. д., оказывают более длительное влияние на физиологические процессы.



Можно и иначе усилить деятельность парасимпатической системы. Для этого достаточно ввести в кровь вещества, подавляющие активность холинэстераз (эзерин, прозерин). Ацетилхолин перестает расщепляться, вследствие этого его действие на органы и ткани усиливается.

До сих пор мы говорили о веществах, возбуждающих, усиливающих активность различных отделов вегетативной нервной системы. Но нередко и физиологу и опытам на животных, и клиницисту у постели больного необходимо ослабить, подавить деятельность симпатических и парасимпатических элементов. Здесь на помощь ему приходит целый ассортимент фармакологических препаратов, обладающих адрено- и холинолитическими свойствами (от греческого слова «лизис» — избавление, освобождение). Вещества эти действуют в организме по-разному. Одни разрушают симпатические и парасимпатические медиаторы, другие блокируют рецепторы и эффекторы в тканях и органах, третьи препятствуют передаче нервного возбуждения в синапсах периферического и центрального нервного аппарата. Многие химические соединения действуют только на периферии. Гемато-энцефалический барьер (см. стр. 150) не пропускает их в головной и спинной мозг. Некоторые же, проникая через барьер в нервные центры, обладают преимущественно центральным действием.

Среди адренолитиков наибольшим вниманием исследователей пользуются препараты, полученные из спорыньи (маточные рожки). Уже давно известно, что они способны устранять или извращать действие адреналина на ряд органов и физиологических систем. Препараты спорыньи — эрготамин, дигидроэрготамин, эрготоксин — с успехом применяются в клинической практике для ослабления симпатических реакций. Список адренолитических препаратов велик, одно перечисление их может занять целую страницу. Упомянем только иохимбин, дибенамин, дибензилин, симпатолитин, некоторые хорошо известные физиологам номерные препараты 833-F и 933-F и др. Для снятия симпатических эффектов, вызванных перевозбуждением вегетативных центров, нередко используют аминазин, который способен блокировать адренергические элементы ретикулярной формации головного мозга.

Ночная красавка (*Atropa Belladonna*) вошла в историю науки как источник необычайно активного и широко



распространенного холинолитического препарата — атропина. После воздействия атропина все биохимические системы теряют чувствительность к ацетилхолину, карбаминохолину, пилокарпину и другим парасимпатотропным веществам. Атропин является чем-то вроде эталона для других холинолитических соединений (амизила, дифацила, пентафена и др.), обладающих как центральным, так и периферическим свойствами. Поэтому и говорят обычно об атропиноподобном действии того или другого полученного в природных условиях или синтезированного в лаборатории холинолитического препарата.

Следует сказать несколько слов еще об одной особенности вегетативной нервной системы. Деятельность ее имеет выраженный циклический, фазовый характер. Повышение активности одного отдела, например симпатического, сменяется усилением другого — парасимпатического, или наоборот. В ночные и утренние часы обычно преобладают парасимпатические реакции, в дневные и вечерние — симпатические. Исследования нашей лаборатории показали, что ночью в несколько раз уменьшается образование в организме адреналина и норадреналина, а в дневные часы оно, как правило, нарастает. Активность различных отделов вегетативной нервной системы периодически колеблется и зимние и летние месяцы, во время работы и отдыха, при покое и волнениях, при переезде из одной местности в другую и т. д.

### Центральная организация вегетативных процессов

Уже давно прошло то время, когда считали, что в центральной нервной системе имеется два-три ограниченных участка, регулирующих все вегетативные процессы. Оказалось, что их гораздо больше и расположены они в разных отделах спинного и головного мозга. Средоточием вегетативной жизни организма является сравнительно небольшая территория нервной ткани у основания мозга, получившая название диэнцефальной области. Часть этой области — гипоталамус, или подбугорье, имеет особенно важное значение для состояния и деятельности вегетативной нервной системы. Ее периферические отделы четко и бесперебойно выполняют директивы, поступающие из гипоталамуса. Для того чтобы понять, как начинаются и



разворачиваются вегетативные реакции, необходимо раз-  
зобраться в сложной мозаике нервных центров, в первую  
очередь гипоталамических.

Итак, гипоталамус расположен под зрительными буг-  
рами. Отсюда и русское название — подбугорье. На тон-  
кой ножке к нему как бы подвешен гипофиз — мозговой  
придаток — сложнейшая фабрика и одновременно резер-  
вуар огромного количества гормонов, вырабатываемых  
как его собственными железистыми клетками, так и осо-  
быми нейро-секреторными клетками гипоталамуса. Гипо-  
таламус занимает в мозгу очень небольшое пространство,  
но это не помешало природе вместить в него целую гроздь  
клеточных скоплений — нервных ядер, каждое из кото-  
рых играет важнейшую роль в осуществлении симпати-  
ческих и парасимпатических реакций. На этом ограничен-  
ном плацдарме вегетативной нервной системы сосредото-  
чены наиболее чувствительные, особо тонко реагирующие  
нервные механизмы, отвечающие за выполнение самых  
интимных физиологических и биохимических процессов  
организма.

За последние годы интерес к этой области мозга не-  
обычайно возрос. Анатомы, физиологи, фармакологи и  
клиницисты шаг за шагом открывали загадки подбугорья.  
В немалой степени этому способствовало развитие учения  
о ретикулярной формации головного мозга. Не преумень-  
шая ведущей роли коры головного мозга, подтвержденной  
исследованиями К. М. Быкова, В. Н. Черниговского и  
других ученых, следует признать, что расположенные под  
корой отделы мозга, особенно гипоталамус и ретикуляр-  
ная формация, играют исключительно важную роль в дея-  
тельности головного мозга и, следовательно, всего орга-  
низма.

Гипоталамус представляет собой сложнейший нерв-  
ный аппарат, для которого химический состав микросре-  
ды его клеток имеет большее значение, чем для любой  
другой области мозга. Малейшие колебания в составе и  
свойствах крови, притекающей к ядрам гипоталамуса,  
или окружающей их тканевой жидкости мгновенно отра-  
жаются на всей системе регуляторных приспособлений  
организма. Достаточно, чтобы на несколько миллиграм-  
мов повысился уровень сахара в крови, омывающей чув-  
ствительные к содержанию глюкозы рецепторы гипотала-  
муса, как сразу же приходит в движение вся система «про-



тивосахарной» защиты. То же происходит с осмо-, термо-, барорецепторами и т. д. Здесь безошибочно действует принцип обратной связи, имеющий первостепенное значение для регуляции функций.

Именно в гипоталамусе происходит высшая координация деятельности вегетативной нервной системы, желез внутренней секреции и нейро-гуморальных механизмов. Вот почему нередко говорят о комплексной вегетативно-гормонально-гуморальной системе регуляции. Постоянство внутренней среды, столь необходимое для «свободной» жизни организма высших животных и человека, в небольшой степени зависит от безотказной и слаженной деятельности гипоталамических образований (стр. 127).

Уже не один год для изучения глубинных, подкорковых структур головного мозга физиологи пользуются методом отведения электрических токов через вживленные миниатюрные электроды. Обезьяны, собаки, кошки, кролики, крысы месяцами живут с тонкими проволочками, введенными в глубины мозга. На лентах электроэнцефалографов записываются изменения электрической активности нервных клеток и их ансамблей. Через эти же электроды можно раздражать электрическим током различные отделы мозга или отдельные нейроны. Несколько изменив форму электрода, исследователь имеет возможность ввести в строго очерченные участки центральной нервной системы различные химические вещества, например адреналин или ацетилхолин, различные гормоны, биологически активные вещества, фармакологические препараты. Возникающие при этом реакции фиксируются с помощью специальной аппаратуры и позволяют выявить локализацию функций в центральной нервной системе.

С помощью микроэлектродной техники открыты мозговые центры, раздражение которых вызывает страдание, удовольствие, влечение, огорчение, радость. Изменяя характер и силу раздражения, можно изменить поведение животного, сделать его агрессивным или боязливым, жестоким или беспомощным, неумеренно прожорливым или упрямо отталкивающим пищу.

Крыса, у которой электрод находится в центре удовольствия, научается лапкой нажимать рычаг, замыкающий ток, и часами занимается самораздражением, испытывая при этом какое-то особое удовольствие. Ленинградский физиолог Н. П. Бехтерева широко использует ме-



тод вживления тончайших электродов в глубинные структуры мозга человека. В тех случаях, когда в интересах больного для диагностики или лечения необходимо проверить деятельность подкорковых образований, в мозг вживляют золотые проволочки, кончики которых фиксируют в строго намеченных нервных ядрах, где они и могут находиться в течение длительного времени. Электрические токи, возникающие в нейронах, записывают и изучают. Это позволяет с необыкновенной точностью определить очаг поражения.

Исследования Грея Уолтера, Н. П. Бехтеревой и др. позволили по-новому понять физиологические процессы, протекающие в мозгу человека. Разумеется, возможности подобных экспериментов ограничены. В опытах на животных создаются условия, неповторимые в клинике, но и болезни приводят порой к таким осложнениям, которые не придумает самый изобретательный экспериментатор. Вот почему, сочетая лабораторные опыты с исследованиями на человеке, можно сделать далеко идущие выводы о состоянии нервных структур и наметить пути восстановления их нормальной жизнедеятельности.

А теперь немного фантазии. Быть может, недалек тот день, когда введение микроэлектродов или микроканюль в человеческий мозг сделается рядовой операцией. Человек будущего окажется в состоянии регулировать деятельность мозга, раздражая центры удовольствия и выключая центры страдания током или химическими веществами.

Кто знает, не удастся ли подобным образом поддерживать в случае нужды длительное бодрствование или вызывать целительный сон, восстанавливать и пробуждать память, раскручивая некую «магнитофоноподобную» ленту в недрах нашего сознания, на которой природа скрупулезно записывает все, что происходит в нашей жизни?

Пусть эта картина, еще сегодня фантастическая, не покажется читателю принципиально неосуществимой. Вспомним, что совсем недавно оживление организма при клинической смерти описывалось лишь писателями-фантастами, а стимуляция сердца с помощью электрической батарейки, подшитой к мышцам груди, представлялась дерзновенной мечтой медицинской науки. А между тем уже и сегодня в опытах на животных удается раздражением или разрушением определенных ядер гипоталамуса перестраивать физиологические процессы.



В 1956 г. на Международном физиологическом конгрессе в Брюсселе шведский физиолог Андерсон показал, что, раздражая через вживленные электроды гипоталамические ядра мозга козы, можно вызвать у животного такую невероятную жажду, что оно без передышки поглощает неимоверное количество воды. Коза на глазах аудитории буквально распухала и все же продолжала безостановочно пить. Как только раздражение прекращалось, вода быстро уходила и животное уменьшалось в объеме.

Можно признать, что нет ни одной вегетативной функции в организме, которая не была бы связана с состоянием подбугорья. Н. И. Гращенков дает далеко не полный список физиологических систем и процессов, связанных с деятельностью ядер гипоталамуса. Он включает в него температуру тела, деятельность сердечно-сосудистой системы, водный и солевой обмен, проницаемость сосудов и тканевых барьеров, белковый, углеводный и жировой обмен, состояние мускулатуры, деятельность всех без исключения желез внутренней секреции, состояние желудочно-кишечного тракта, мочеиспускание, регуляцию сна и бодрствования и т. д. К этому можно добавить, что состояние гипоталамуса имеет огромное значение для эмоциональных реакций и для взаимодействия организма с окружающей средой. Исследования нашей лаборатории показали, что гипоталамус играет важнейшую роль в сохранении и поддержании постоянства внутренней среды. При расстройстве нормальной координированной деятельности клеток гипоталамуса в первую очередь нарушается гомеостаз (стр. 131).

Тонкое гистологическое изучение гипоталамуса показывает, что в нем имеется несколько десятков ядер, регулирующих определенные физиологические функции. Их делят обычно на три группы — передние, средние и задние. Принято считать, что задние ядра реализуют симпатические, передние — парасимпатические реакции. Однако такое деление носит в известной степени условный характер. Симпатические реакции возникают и при раздражении передних ядер, а парасимпатические — при раздражении задних. Это говорит о том, что сложные физиологические функции, например регулирование кровяного давления или температуры тела, осуществляются в тесном сотрудничестве как передними, так и задними ядрами.



Но в некоторых случаях идеальное взаимодействие между различными ядрами подбугорья нарушается. Нервные центры перестают реагировать на тревожные звонки или, наоборот, отвечают на них чересчур громко. В силу самых разнообразных причин возникают расстройства физиологических механизмов. Регуляторные системы начинают работать вхолостую или невпопад.

Разумеется, не всегда причиной или началом такого разлада является подбугорье. Нередко «поломка пружины» происходит в нервных окончаниях, в клетках органов, в периферических взаимодействиях. Но рано или поздно, первично или вторично расстройство регуляторных механизмов захватывает и систему ядер подбугорья. Развивается особое состояние, которое можно назвать «болезнью регуляции». В ответ на возбуждение одной системы, предположим симпатической, организм уже не отвечает мобилизацией парасимпатических ресурсов. Так, избыток адреналина или норадреналина в крови не компенсируется их усиленным распадом и выведением из организма. Не происходит и накопления ацетилхолина. А образование в тканях и поступление в кровь больших количеств гистамина не сопровождается повышением активности разрушающих его ферментов. Иногда первоначальное возбуждение симпатической системы вызывает такой несоразмерный ответ со стороны парасимпатической системы, что возникает состояние избыточной компенсации, сопровождающееся полным расстройством регуляторных систем.

Однажды был поставлен такой опыт. Собаке ввели в передние и задние отделы гипоталамической области электроды и попеременно пропускали через них слабый электрический ток. При этом возбуждались клетки симпатических и парасимпатических ядер. Регуляция физиологических процессов полностью нарушалась, нормальный ритм взаимно компенсирующих и уравнивающих влияний превратился в лихорадочную пляску возбуждений и торможений. Внутренние органы и сосуды получали быстро сменяющие друг друга противоречивые импульсы. В стремительном темпе повышалось и падало кровяное давление, суживались и расширялись сосуды, учащались и замедлялись сердечные сокращения, усиливалось и прекращалось выделение желудочного сока. Состав крови, ее биологические свойства были резко изме-



Рис. 17. Крут Пейпеца. J  
заштри

1 — переднее ядро зрительных  
подбугорья; 3 — поясная

миндалевидный комплекс, с  
ра зрительных бугров, поя  
ные образования объедин  
«Круга Пейпеза», по имен  
ученого (рис. 17).  
Уже

Уже давно известно, что деятельность связана с деятельностью ганглиев. Поэтому ее нередко называют «висцеральным» электрическим током. Различные реакции — психический страх, тревогу, гнев, реакцию «бей или беги» в поведении животных — спрятаться или, наоборот, броситься в бегство, возникающие с помощью электрических стимулов, по-видимому, являются частью комплексных реакций животных и, по-видимому, являются частью комплексных реакций животных.



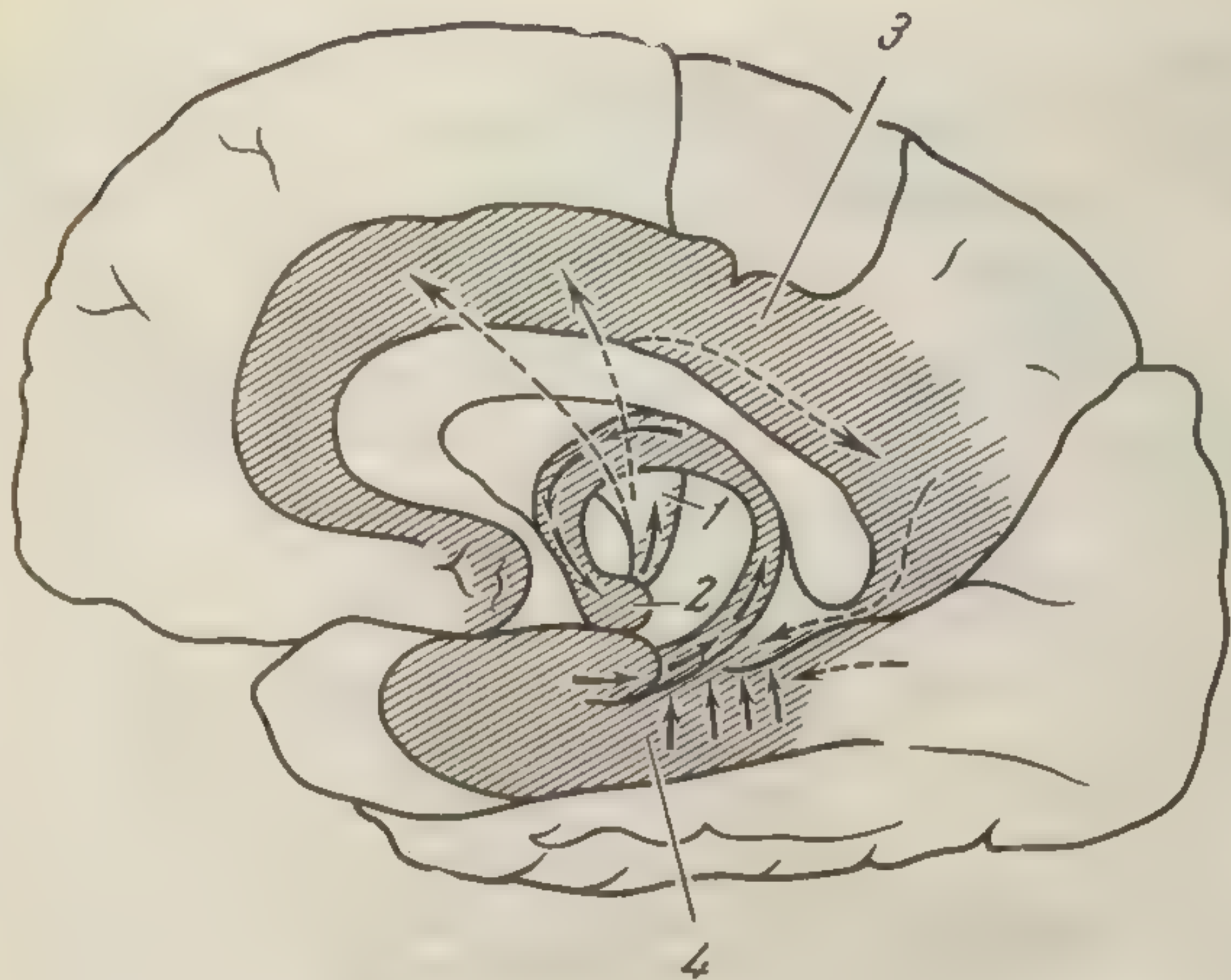


Рис. 17. Круг Пейпеца. Лимбическая область коры заштрихована

1 — переднее ядро зрительных бугров; 2 — сосцевидное тело подбугорья; 3 — поясная извилина; 4 — гиппокамп

миндалевидный комплекс, сосцевидные тела, передние ядра зрительных бугров, поясную извилину. Все эти нервные образования объединяются иногда под названием «круга Пейпеца», по имени изучившего их деятельность ученого (рис. 17).

Уже давно известно, что лимбическая система тесно связана с деятельностью внутренних (висцеральных) органов. Поэтому ее нередко, хотя и без достаточных оснований называют «висцеральным» мозгом. Раздражение электрическим током различных отделов лимбики у кошек, обезьян, кроликов вызывает множество эмоциональных реакций — психическое возбуждение, ярость, агрессию, гнев, страх, тревогу и т. д. Описаны своеобразные сдвиги в поведении животных (бегство, прыганье, стремление спрятаться или, наоборот, перейти в атаку). С лимбическими структурами связаны и эмоциональные переживания, возникающие при длительной боли. Важное значение они имеют в формировании половой деятельности животных и, по-видимому, также человека. Все больше и больше приводится доказательств, что в миндалевидном комплексе находятся центры половых функций.



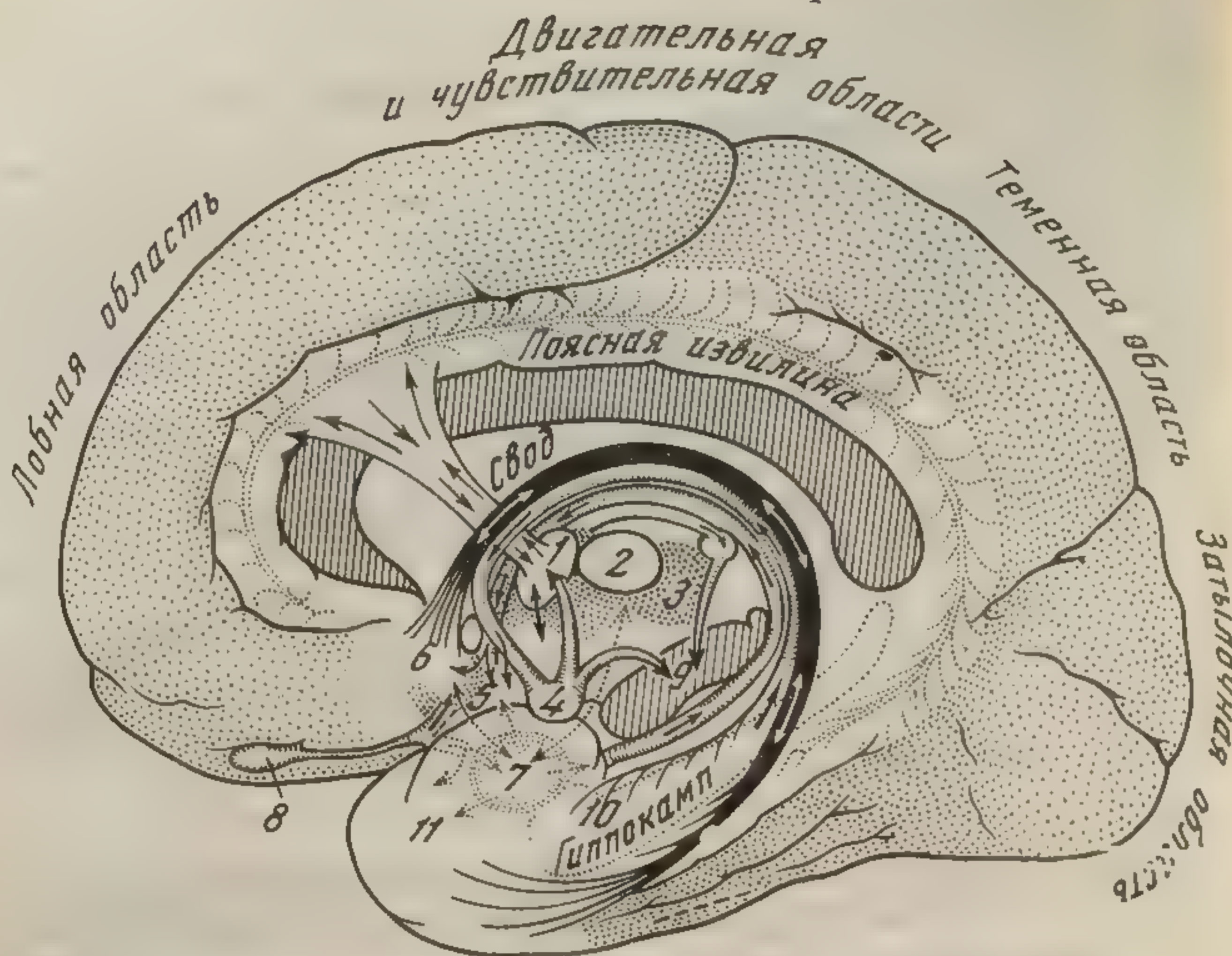


Рис. 18. Лимбическая система человека (схема)  
Внутренняя поверхность полушария мозга

1 — переднее ядро зрительного бугра; 2 — верхнее срединное ядро; 3 — срединный центр; 4 — сосцевидное ядро подбугорья; 5 — подбугорье; 6 — обонятельный мозг; 7 — миндалевидное ядро; 8 — обонятельная луковица; 9 — мозговой ствол; 10 — нога гиппокампа; 11 — крючковидная извилина

Активация лимбических образований мозга путем введения через микроканюли разнообразных химических веществ ведет к повышению кровяного давления, изменению дыхания, усилению деятельности желудочно-кишечного тракта, сокращению матки и т. д.

В условиях нормальной жизнедеятельности животных и человека лимбическая система получает информацию из всех внутренних органов. Это позволяет ей через гипоталамус и периферический вегетативный аппарат регулировать и координировать физиологические процессы в организме. Однако нельзя считать, что лимбическая система самостоятельна и независима. Во всей своей деятельности она неразрывно связана с выше- и нижележащим отделами головного и спинного мозга (рис. 18).

За последние годы накопилось много интересных данных, показывающих, что состояние и деятельность гипо-

таламуса и вегетативной системы зависят от ретикулярной формации. Влияние ретикулярной формации к коре головного мозга осуществляется через гипоталамическую систему. Делл и Бонвалле показали, что ретикулярная формация стимулирует деятельность гипоталамической системы нервной передачи этого вещества. Можно стимулировать реакцию ретикулярной формации гипохолину и серотонину. Выше уже говорилось, что ретикулярная формация повышает бдительность мозга и усиливает ее реакцию на раздражители, поэтому функция ретикулярной формации тесно связана с состоянием ядер гипоталамуса, которые дают потоки влияний, влияющих на деятельность ретикулярной формации.

Роль ретикулярной формации описана в литературе. Гипоталамусом, гипоталамусом, она в сложном комплексе процессов, возникающих в коре головного мозга, играет роль «правительственного» органа, осуществляющего управление деятельностью организма.

Как ни странно, но до сих пор не выяснено, как регулируются вегетативные функции коры электрическими процессами, как правило, со стороны внутренних органов. Швейцарский физиолог Шейнман показал, что в двигательной активности вегетативной системы участвуют пальцы. Когда мы выпоняем пальцы, обостряется чувствительность, что в двигательной активности участвуют пальцы.



таламуса и вегетативной нервной системы в значительной мере зависят от ретикулярной формации головного мозга. Неспецифические влияния, поступающие от ретикулярной формации к коре головного мозга, частично проходят через гипоталамическую область. Французские исследователи Делл и Бонвалле показали, что адреналин и норадреналин стимулируют адренергические элементы ретикулярной формации. Определенные участки гипоталамуса и ретикулярной формации богаты норадреналином. Вся система нервной передачи построена в них на выделении этого вещества. Можно думать, что здесь формируются симпатические реакции. Другие отделы гипоталамуса и ретикулярной формации особенно чувствительны к ацетилхолину и серотонину.

Выше уже говорилось о том, что ретикулярная формация повышает бдительность коры больших полушарий мозга и усиливает ее готовность к действию при различных раздражителях, поступающих из внешнего мира. Эта функция ретикулярной формации непосредственно связана с состоянием ядер гипоталамуса, через которые проходят потоки влияний, активирующих кору мозга.

Роль ретикулярной формации в организации болевого ощущения описана выше. Совместно с лимбической системой, гипоталамусом, вегетативным аппаратом участвует она в сложном комплексе физиологических и биохимических процессов, возникающих в организме при боли. Какова же роль коры головного мозга, этого высшего, «правительственного» отдела нервной системы? Каково ее значение в осуществлении вегетативных функций организма?

Как ни странно, на этот вопрос пока еще нет точного ответа. До сих пор не доказано существование высших регулирующих вегетативных центров в коре. Раздражение коры электрическим током или химическими веществами, как правило, не вызывает специфических реакций со стороны внутренних органов.

Швейцарский физиолог Марсель Моннье утверждает, что в двигательной зоне и лобных долях коры можно обнаружить вегетативные центры. Он приводит такой пример. Когда мы выполняем тонкую ювелирную работу, в пальцах усиливается кровообращение, расширяются сосуды, обостряется чувствительность рецепторов. Это вызывается тем, что в двигательной зоне коры, где формируется







## Химическая регуляция функций

Для современного физиолога чрезвычайно характерно стремление изучить химические процессы, лежащие в основе жизнедеятельности организма. Не только сформировался, но уже занял целый раздел науки, который по праву следует назвать «химической физиологией». Это не всем известная биологическая химия, изучающая химические явления в живой природе, а именно физиология, т. е. *наука о процессах*, совершающихся в живой материи, использующая для решения стоящих перед ней задач все достижения современной химии — неорганической, органической, физической, медицинской. Вместе с тем это физиология молекулярная, изучающая жизнь и превращения веществ на уровне молекул, проникающая в функции отдельных элементов, из которых состоит клетка, клеток, органов и их систем, целостного организма.

### Внутренняя среда

Мы не знаем, каковы условия существования на других планетах. Формы бытия разнообразны. Но на Земле жизнь возможна в очень ограниченных пределах и выдерживает едва заметные по сравнению с космическими масштабами колебания и сдвиги. Если бактерия, вирус или амеба в определенных условиях еще способны вынести глубокое замораживание или сравнительно высокое нагревание, то человек неизбежно погибает, не защитив себя от них специальными, естественными или искусственными приспособлениями. Живой организм, особенно организм высших животных и человека, обладает удивительными свойствами сохранять свою жизнеспособность в самых неблагоприятных условиях. Он сопротивляется натиску



бушующей стихии, продолжает жить при стремительных перепадах температуры воздуха и атмосферного давления, под обжигающими лучами солнца, в условиях ледяного дыхания Арктики и Антарктики. Он живет и может жить, потому что сохраняет постоянство своей внутренней среды.

Учение о внутренней среде — одна из вершин современного естествознания. Оно не только объединяет разные области биологии, позволяет связать воедино деятельность отдельных органов и физиологических систем, но и дает возможность осмыслить проблему жизни, понять взаимоотношения между организмом и природой, постичь секрет сохранения живой материи на земле. Чем глубже проникает человеческая мысль в таинственный мир внутренней среды, тем яснее становятся законы, управляющие существованием живых тел, тем отчетливее вырисовываются пути сохранения здоровья, молодости, работоспособности.

Как известно, наш организм может жить и развиваться лишь в том случае, если между ним и окружающей средой происходит постоянный обмен веществ. Из внешней среды организм получает необходимые питательные вещества и энергию. Внешняя среда направляет, регулирует и организует его деятельность, создает определенные условия для существования. Это относится не только к наиболее совершенному и сложно устроенному человеческому организму, но и к любому простейшему существу растительного или животного мира.

Для бактерии, инфузории или амебы, соприкасающейся своей поверхностью с каплей воды, в которой она живет, эта капля олицетворяет весь мир, всю внешнюю среду. Состав и свойства воды, наличие в ней питательных веществ, способность пропускать лучи и температура определяют всю жизнедеятельность клетки, ее реакцию на внешние раздражения, размножение. Но у животных, организм которых состоит из различных по своему строению и деятельности бесчисленных клеток, жидкость, омывающая поверхность тела, не является средой обитания для внутренних органов, например печени, легких, мозга, сердца. Пресная вода реки или соленая вода моря — это внешняя среда для живущего в ней организма, но не для отдельных клеток, из которых состоят его органы и ткани.

Воздушный океан, окружающий наше тело, не сопри-

кислота с муравьиной  
может функционировать  
личестве клеток и не  
обмена веществ. Вот де  
организмов в процессе  
собственная, так назыв  
востной мере отгорожен  
По представлению  
одного из основателе  
Клода Бернара. внутр  
удивительнейшая по  
кость, жидкая ткань. За  
ды нашего тела, питаю  
род, белки, углеводы, ж  
без чего невозможно  
ее отличаются постоян  
вести «свободную» жи  
го существования.

Во тьме веков, три  
миллиарда лет назад  
вая живая клетка. Со  
стало питательной ср  
необходимые питате  
продукты своего обм  
вершине своей эвол  
заклучил в себе ча  
артериях и венах те  
ставу и свойствам к

Кровь переносит  
единений, совершен  
цессов организма. П  
рода и отходов жиз  
самые разнообразны  
вообще немислима.  
каждая клетка дол  
тания, но и освоб  
в ней шлаков и от  
кая проблема о воз  
са, о той узкой пол  
в которой возможно  
температура его тел  
крови, ее осмотическ  
ность выходят за

Г. Н. Кассиль



касается с внутренними органами. Но ни одна клетка не может существовать, если не получает в достаточном количестве кислород и не удаляет отработанные продукты обмена веществ. Вот почему у сложных многоклеточных организмов в процессе эволюционного развития возникает собственная, так называемая «внутренняя среда», в известной мере отгороженная от окружающего мира.

По представлениям знаменитого французского ученого, одного из основоположников современной физиологии, Клода Бернара, внутренней средой является кровь. Это удивительнейшая по своему составу и свойствам жидкость, жидкая ткань, заполняющая многочисленные сосуды нашего тела, питающая его клетки, несущая им кислород, белки, углеводы, жиры, витамины, соли — т. е. все то, без чего невозможно их существование. Состав и свойства ее отличаются постоянством, и это позволяет организму вести «свободную» жизнь в меняющихся условиях земного существования.

Во тьме веков, три, а по некоторым подсчетам, и четыре миллиарда лет назад — в глубинах океана зародилась первая живая клетка. Соленая вода моря омывала ее. Море стало питательной средой клетки. Из него черпала она необходимые питательные вещества и соли, отдавала продукты своего обмена. Живой организм, из которого на вершине своей эволюции произошел человек, усвоил и заключил в себе частицу моря. И до сих пор в наших артериях и венах течет жидкость, близкая по своему составу и свойствам к морской воде.

Кровь переносит огромное количество химических соединений, совершенно необходимых для жизненных процессов организма. Помимо питательных веществ, кислорода и отходов жизнедеятельности клеток кровь содержит самые разнообразные составные части, без которых жизнь вообще немыслима. Для того чтобы жить и существовать, каждая клетка должна не только получать продукты питания, но и освобождаться от постепенно накапливающихся в ней шлаков и отходов. Вот здесь-то и возникает великая проблема о возможных границах жизненного процесса, о той узкой полоске в сложном многообразии природы, в которой возможна жизнь. Ведь человек погибает, если температура его тела повышается на 5—6°, если состав крови, ее осмотическое давление, кислотность или щелочность выходят за пределы какой-то очень стабильной



величины. Зона комфорта для клеток органов и тканей ограничивается такими сжатыми пределами, что в некоторых случаях переход от здоровья к болезни почти незаметен.

Если содержание сахара в крови выходит за границы 70—120 мг в 100 мл, уже создается зона дискомфорта, меньшего благополучия, ухудшенного самочувствия, преддверия болезни. А когда эти цифры падают ниже 50 мг или поднимаются выше 300—400 мг, возникает ряд тяжелых расстройств, требующих неотложного врачебного вмешательства. Это относится не только к сахару, но и к другим составным частям крови — солям, продуктам тканевого обмена веществ, многим сложным химическим соединениям, накопление или отсутствие которых во внутренней среде неизбежно приводит организм к болезни.

Однако понятие о внутренней среде не исчерпывается, одной лишь кровью. Понадобилось немало лет для доказательства, что в сложных организмах клетки органов не только не соприкасаются с атмосферным воздухом, но и не омываются кровью. В нормальных условиях эта жидкая ткань не покидает пределы кровеносной системы, не выливается из капилляров в межклеточные пространства. Природа мудро поставила преграду между нею и клетками.

Несмотря на совершенную, четко организованную систему регуляции состава крови, в ней могут возникнуть и неизбежно возникают то кратковременные, то затяжные колебания и бури, опасные для нормального существования клеток. Постоянство состава крови оказалось недостаточным для клеток внутренних органов, особенно для нервных клеток мозга, которые могут существовать лишь при очень устойчивом режиме.

Каждый орган создал для себя собственную питимную среду, так называемую тканевую или межклеточную жидкость. Она образуется из крови, но отделена от нее особыми сложными образованиями, получившими название тканевых барьеров. Любой орган, будь то мозг, печень или почка, имеет свою микросреду, нечто вроде микрорайона со своим микроклиматом. Ученые называли ее непосредственной средой органов и тканей. Из этой среды черпают клетки необходимые для их жизнедеятельности питательные вещества, ей отдают продукты своего обмена. В том крошечном мирке, который окружает клетку, недопустимы



бури и катастрофы, неожиданные изменения, непредвиденные сдвиги. Здесь царит относительный покой, залог «свободной», т. е. в какой-то мере независимой от внешних воздействий, жизни. Пусть меняются условия окружающего мира, повышается и падает температура воздуха, колеблется атмосферное давление, нарастает влажность, усиливается радиация — во внутренней среде организма, к которой мы относим и микросреду органов и тканей, все остается на одном определенном уровне.

Постоянство внутренней среды, конечно, не представляет какую-то абсолютную величину. Оно в достаточной степени относительно, ибо в живом организме нет и не может быть неколеблущегося равновесия. Для живой системы равновесие подобно смерти. Жизнь — это отрицание неподвижного, застывшего равновесия. Состав и свойства внутренней среды постепенно меняются, сдвигаются и снова приходят к некоторой средней величине. Но эта средняя величина сохраняется на каком-то определенном уровне, и колебания ее совершаются в зонах, наиболее благоприятных для жизни.

Благодаря устойчивости состава своей внутренней среды человек может переходить из одного внешнего окружения в другое. Он сохраняет эту устойчивость в Арктике и на экваторе, на дне океана и в космосе, на вершине Эльбруса и у берега моря. Извне и изнутри на организм постоянно действуют разнообразные «возмущающие» факторы. Прием пищи, время дня и ночи, атмосферное давление, различные внешние раздражители (например, свет, звуки, запахи) неизбежно вызывают характерные сдвиги в составе и свойствах крови и тканевой жидкости. Но эти сдвиги благодаря мощной системе регулирующих приспособлений тут же сглаживаются, выравниваются, иногда предупреждаются.

### Гомеостаз

Уже не один десяток лет крылатая фраза Клода Бернара «Постоянство внутренней среды организма — залог его свободной и независимой жизни» — является источником почти необозримого числа экспериментальных исследований и теоретических обобщений. Но лишь с конца 20-х годов нашего столетия, после того как американский физиолог Уолтер Кеннон сформулировал свое представле-



ние о гомеостазе, проблема постоянства внутренней среды организма приобрела не только общебиологическое и медицинское, но и глубокое философское звучание.

Как указывает Кеннон, организм отличается необычайной стабильностью, несмотря на то что состоит из крайне неустойчивых и чувствительных к различным воздействиям элементов. Вся его жизнедеятельность протекает на определенном практически неизменном уровне. Отдельные части нашего тела устойчивы, потому что постоянна окружающая их питательная среда (fluid matrix). Это постоянство регулируется автоматически. Поскольку состав и свойства внутренней среды организма однородны и противостоят более или менее значительным колебаниям, отпадает необходимость в бесчисленных специальных приспособлениях, поддерживающих устойчивую деятельность отдельных органов и физиологических систем. Поэтому постоянство внутренней среды нужно рассматривать как чрезвычайно экономичное устройство.

Под гомеостазом следует понимать относительную устойчивость внутренней среды и физиологических функций организма (кровообращения, дыхания, пищеварения, обмена веществ и т. д.). Это система безупречно действующей автоматической стабилизации жизненных процессов. Понятие гомеостаз не разъясняет сущности явления. Оно лишь отражает тот факт, что при самых разнообразных условиях и потребностях основные физические и химические параметры состава и свойств внутренней среды организма сохраняют относительное постоянство. При этом даже значительные («возмущающие») воздействия вызывают неожиданно малые и лишь временные колебания, после чего вскоре восстанавливаются нормальные взаимоотношения.

Гомеостаз — обязательное условие существования всех млекопитающих. Известно множество разнообразных механизмов, определяющих постоянство внутренней среды и физиологических функций. Механизмы обеспечиваются сложной системой приспособительных реакций, направленных на ограничение внешних влияний, способных вызвать нарушение гомеостаза, действующих постоянно и неизменно, хотя и в разной степени и с различной интенсивностью. Но, возникая, они встречают каждый раз противодействие со стороны защитных, компенсирующих систем организма. Благодаря этому, состав, физико-хими-



ческие и биологические свойства внутренней среды сохраняются на одном, определенном уровне.

Обмен веществ в организме нельзя уподобить сгоранию угля в топке паровоза или бензина в моторе автомобиля. В организме постоянно, ни на минуту не прекращаясь, протекают одновременно тысячи реакций, совершенно точно согласованных и взаимосвязанных. Все они совершаются таким образом, что концентрация необходимых для нормальной жизнедеятельности веществ — глюкозы, аминокислот, солей, микроэлементов — находится примерно на одном и том же уровне, наиболее благоприятном для организма.

Как часто врачам приходится выслушивать жалобы на плохое самочувствие, вызванное переменой погоды, снижением атмосферного давления, повышенной влажностью, а иногда и незначительными волнениями, огорчениями, заботами! Особенно чувствительны к этим сдвигам в привычной обстановке пожилые люди, лица, страдающие расстройствами деятельности нервной системы, сердечно-сосудистого аппарата и т. д. Повышение кровяного давления, раздражительность, бессонница, мигрени и многие другие болезненные состояния возникают нередко при незначительных внешних воздействиях, которые нормальный здоровый человек даже не замечает. А не замечает он их потому, что любое нарушение состава крови мгновенно исправляется и выравнивается многозвеневой системой регуляторных приспособительных механизмов, которыми природа (даже с некоторым избытком) обеспечила организм.

Наш организм — очень сложная самоуправляемая и саморегулируемая лаборатория. В течение миллионов, а может быть, миллиардов лет создавались и отшлифовывались приборы, поддерживающие постоянство среды и физиологических функций организма. Предположим, что человек упал и разбил колено. Колено болит, человек первично, трет ушибленную ногу. Это чрезвычайное происшествие, при котором происходит мобилизация резервных сил организма, в первую очередь симпатического отдела вегетативной нервной системы. В крови нарастает содержание адреналина, возбуждающего, тонизирующего организм, повышающего активность большинства его органов. Под влиянием адреналина усиливаются и учащаются сокращения сердца, суживаются сосуды, нарастает кровяное



давление, повышается содержание сахара крови. Адреналин стимулирует свертывание крови, снимает утомление мышц. Одновременно многочисленные чувствительные приборы внутренних органов — интерорецепторы, регистрирующие едва заметные колебания в составе внутренней среды, сигнализируют в центральную нервную систему, что «стрелки приборов сдвинулись», что нормальный режим системы нарушен. Здесь срабатывает система обратной связи. Это то, что мы называем саморегуляцией функций.

Стремясь выровнять наступивший сдвиг во внутренней среде, не допуская существенных отклонений от средней постоянной величины, организм начинает усиленно вырабатывать вещества, действие которых во многих отношениях противоположно действию адреналина. К ним относятся инсулин, ацетилхолин, в известной мере серотонин, гистамин. Активируется другой отдел вегетативной нервной системы — парасимпатический. Кровяное давление постепенно снижается, сосуды расширяются, сердце замедляет свой ритм, уровень сахара крови возвращается к норме. Организм быстро отрегулировал возникшие сдвиги, и все вернулось к исходному уровню.

На этот раз болевое раздражение сыграло роль «возмущающего фактора», нарушившего гомеостаз на короткий период времени. Боль прошла, гомеостаз восстановился. Болевой сигнал был необходим, он заставил человека принять необходимые меры для защиты организма от последствий травмы. Гомеостатические механизмы оказались прочными и в достаточной степени надежными.

### Гуморальная регуляция

Каждый организм, безразлично, одноклеточный или многоклеточный, является единым целым. Все его органы тесно связаны друг с другом и управляются общим точным, слаженным механизмом. Чем выше развит организм, тем сложнее и тоньше устроена нервная система, тем больше и ее значение. Но в организме существует и так называемая гуморальная регуляция и координация работы отдельных органов и физиологических систем. Она осуществляется при помощи особых высокоактивных химических веществ, накапливающихся в крови и тканях в процессе жизнедеятельности организма.



Клетки, ткани, органы выделяют в окружающую тканевую жидкость продукты обмена веществ, так называемые метаболиты. Во многих случаях это простейшие химические соединения, конечные продукты последовательных внутренних превращений, протекающих в живой материи. Образно выражаясь, это «отходы производства». Но нередко такие отходы обладают необычайной активностью и способны вызвать целую цепь новых физиологических процессов, образование новых химических соединений и специфических веществ.

К числу более сложных продуктов обмена относятся гормоны, выделяемые в кровь железами внутренней секреции (надпочечниками, гипофизом, щитовидной железой, половыми железами и т. д.), и медиаторы — передатчики нервного возбуждения. Это сильнодействующие химические вещества, обычно довольно сложного состава, участвующие в подавляющем большинстве жизненных процессов. Они оказывают самое решительное влияние на разные стороны деятельности организма: действуют на психику, ухудшают и улучшают наше настроение, стимулируют физическую и умственную работоспособность, возбуждают половую активность. Любовь, зачатие, развитие плода, рост, созревание, инстинкты, эмоции, здоровье, болезни проходят в нашей жизни под знаком эндокринной системы.

Вытяжки из желез внутренней секреции, а также и химически чистые препараты гормонов, искусственно полученные в лаборатории, применяются при лечении различных заболеваний. Инсулин, кортизон, тироксин, половые гормоны продаются во всех аптеках. Очищенные и синтетические гормональные препараты приносят огромную пользу людям. Учение о физиологии, фармакологии и патологии органов внутренней секреции превратилось за последние годы в один из важнейших разделов современной биологии.

Но в живом организме клетки эндокринных желез выбрасывают в кровь не химически чистый гормон, а комплексы веществ, содержащие сложные продукты обмена (белкового, липоидного, углеводного), тесно связанные с активным началом и усиливающие или ослабляющие его действие. Все эти неспецифические вещества принимают самое активное участие в гармоническом регулировании жизненных функций организма. Поступая в кровь,



лимфу, тканевую жидкость, они играют важную роль в гуморальной регуляции физиологических процессов, осуществляемой через жидкие среды.

Гуморальная регуляция тесно связана с нервной и образует совместно с ней единый нервно-гуморальный механизм регуляторных приспособлений организма. Нервные и гуморальные факторы столь тесно переплетаются друг с другом, что всякое противопоставление их недопустимо, как недопустимо расчленение процессов регуляции и координации функций в организме на отдельные автономные компоненты. Все эти виды регуляции настолько тесно связаны друг с другом, что нарушение одного из них, как правило, дезорганизует остальные.

На ранних этапах эволюции, когда нервная система отсутствует, взаимосвязь между отдельными клетками и даже органами осуществляется гуморальным путем. Но по мере развития нервного аппарата, по мере его совершенствования на высших ступенях физиологического развития, гуморальная система все больше и больше подчиняется нервной. Разнообразные продукты обмена веществ (метаболизма), известные под названием метаболитов, образующиеся под влиянием нервных импульсов, в свою очередь могут действовать как раздражители на клетки органов или окончания чувствительных нервов, вызывая рефлекторным путем определенные физиологические, а иногда и патологические процессы.

Влияние нервной системы на химические превращения в органах и на образование биологически активных веществ подробно изучено и ни у кого не вызывает сомнений, но далеко не всегда учитывается влияние, оказываемое химическими соединениями, образующимися в организме, на состояние самой нервной системы. Деятельность головного и спинного мозга зависит от кровоснабжения и обмена веществ в самих нервных клетках и нервных волокнах, от химического состава и физико-химических свойств их микросреды. Здесь имеет место теснейшая взаимная связь, взаимная обусловленность жизненных явлений.

Медн  
Категоричны  
Мысль о том, что перек  
отношения на клетки органов  
химических веществ, возник  
то было только в двадцаты  
ства, образующиеся при во  
медiators (трансмиссер  
возбуждения. Место и  
нервных волокон, где они появ  
нервный импульс приходит в  
мозгу или железистую клетк  
ах, связывающих между собой  
нервной системы и перифе  
также в нервных стволах. Для  
зывают медиаторы, предприме  
физиологическую лабораторию  
жизни, но весьма демонстрат  
Проще всего использовать д  
ряд законов жизнедеяте  
именно на этом неприх  
эксперимента животном. Д  
можно изучать в течение н  
его вместо крови искусстве  
живаемой жидкостью Рингера  
кислородной плазмы крови. Эту  
прошла через сердце, можн  
действовать ею на сердце дру  
Напомним, что сердце дру  
и его деятельность управ  
и ускоряющий — блужда  
и замедляющий — симпат  
сердечных сокращений ум  
и в то время как раздража  
влияет на них и учащает де  
После этих предварительн  
заметим, что сердце стал  
отдельных сокращений  
много лет назад. Но им  
своею жидкостью Рингера  
своею деятельностью



## Медиаторы

### Катехоламины. Ацетилхолин

Мысль о том, что передача возбуждения с нервного окончания на клетки органов осуществляется при помощи химических веществ, возникла уже давно. Но доказано это было только в двадцатых годах нашего столетия. Вещества, образующиеся при возбуждении, получили название медиаторов (трансммиттеров) или передатчиков нервного возбуждения. Место их образования — окончания нервных волокон, где они появляются в тот момент, когда нервный импульс приходит в рабочий орган, например в мышцу или железистую клетку. Они образуются в синапсах, связывающих между собой нервные клетки центральной нервной системы и периферических нервных узлов, а также в нервных стволах. Для того чтобы понять, как действуют медиаторы, предпримем небольшую прогулку в физиологическую лабораторию и сделаем несколько простых, но весьма демонстративных опытов.

Проще всего использовать для этой цели лягушку. Не случайно ряд законов жизнедеятельности организма был изучен именно на этом неприхотливом и очень удобном для эксперимента животном. Деятельность сердца лягушки можно изучать в течение нескольких суток, если питать его вместо крови искусственным раствором солей, так называемой жидкостью Рингера, по составу своему напоминающей плазму крови. Эту жидкость, после того как она прошла через сердце, можно собрать в стаканчик и подействовать ею на сердце другой лягушки.

Напомним, что сердцем управляют два нерва: замедляющий его деятельность — блуждающий нерв и усиливающий и ускоряющий — симпатический. При раздражении блуждающего нерва слабым электрическим током сила сердечных сокращений уменьшается, ритм их замедляется, в то время как раздражение симпатического нерва усиливает их и учащает деятельность сердца.

После этих предварительных замечаний перейдем к опыту. Начнем с раздражения блуждающего нерва. Мы сразу заметим, что сердце стало сокращаться медленно, что сила отдельных сокращений уменьшилась. Все это открыто много лет назад. Но имеется и кое-что новое в этом опыте. Если жидкостью Рингера, оттекающей от замедленного своей деятельности сердца, подействовать на свежее сердце другой лягушки, оно тоже начнет медленнее и сла-



бее сокращаться. По-видимому, в жидкости появились вещества, подавляющие работу сердца.

Изменим условия опыта. Будем раздражать симпатический нерв. Сердце ускорит и усилит свою деятельность, а под воздействием оттекающей от него жидкости свежее сердце тоже начнет сильнее и быстрее сокращаться. Следовательно, медиаторы, образовавшиеся в нервных окончаниях, передают возбуждение с нерва на рабочий орган. Поэтому они и называются передатчиками нервного возбуждения. Эти опыты были поставлены в начале двадцатых годов нашего столетия австрийским ученым Отто Леви, впоследствии Нобелевским лауреатом, и послужили началом учения о химической передаче нервного возбуждения.

В настоящее время установлено, что вещества, накапливающиеся в физиологическом растворе поваренной соли или в жидкости Рингера при раздражении блуждающего нерва, близки к ацетилхолину, а вещества, образующиеся при раздражении симпатического нерва, — к адреналину.

Наряду с другими биологически активными веществами медиаторы, поступая в кровь, принимают участие в регуляции и координации физиологических процессов. Из этого следует, что необходимо различать их роль в медиации и регуляции. Ацетилхолин — медиатор парасимпатической системы — является сложным эфиром холина и уксусной кислоты. Он образуется при участии синтезирующего фермента — холинацетилазы, активность которого в клетках изменяется под влиянием условий среды и тканевого обмена. Ацетилхолин нестойк, и срок его существования крайне ограничен. Выполнив свою задачу, ацетилхолин, образовавшийся в нервных окончаниях, мгновенно расщепляется на свои составные части (уксусную кислоту и холин) под влиянием фермента холинэстеразы. Ацетилхолин приспособлен для выполнения определенных задач в отдельных органах, и избыточное накопление его может вызвать тяжелые болезненные изменения во всем организме.

Иначе обстоит дело с медиаторами симпатического ряда, — симпатинами. Доказано, что симпатические реакции в организме протекают при участии гормона мозгового слоя надпочечников — адреналина, его предшественников и продуктов превращения, известных под общим назва-

В 1933 г. советский биологический исследователь А. М. Самойлов установил, что симпатин — это адреналин. В других случаях симпатин — сложная смесь адреналина и промежуточных продуктов его превращения. Медиаторы обладают удивительной способностью действовать в необычайно малых количествах. В опытах Самойлова в 1:100—200 млн. Близкая к ацетилхолину и вырезем у нее из мышцы и погрузим этот кусочек в раствор адреналина 1:200 млн., мышца пиявки отвечает на незначительное количество адреналина, держащееся в жидкости Рингера. Какое же значение имеют медиаторы для нервного импульса? Этому вопросу посвящено много экспериментальных исследований в лабораториях мира. Еще в 1902 г. А. Ф. Самойлов высказал предположение, что возбуждение на мышце передается с помощью медиатора. Вслед за ним к такому же выводу пришел английский физиолог Ч. Шеррингтон. 45 лет назад лишь малое количество исследователей высказывало этот факт. Мало кто знал, что нервные окончания содержат специфические активные вещества, способные возбуждать или тормозить двигательные центры. Они выделяют при движении нервного импульса в центры. Они выделяют при поступлении импульса в центры. Они выделяют при поступлении импульса в центры.



нием катехоламинов. В настоящее время к этой группе веществ относят адреналин, норадреналин и допамин — соединения, очень близкие друг другу по химическому строению. Адреналин принято называть гормоном-медиатором. Поэтому более подробно о нем сказано в другой главе.

В 1933 г. бельгийский ученый Бакк высказал предположение, что симпатины в одних случаях являются адреналином, в других — его предшественником — норадреналином. Советский биохимик А. М. Утевский предположил, что симпатины — сложная система адреналина, норадреналина и промежуточных продуктов их обмена. Но в настоящее время установлено, что симпатическая медиация осуществляется с помощью норадреналина.

Медиаторы обладают удивительным свойством. Они действуют в необычайно малых количествах, иногда в разведении 1 : 100—200 млн. Возьмем обычную медицинскую пиявку и вырежем у нее из спины кусочек мышцы. Если погрузить этот кусочек в раствор ацетилхолина в разведении 1 : 200 млн., мышца пиявки начнет сокращаться. Она отвечает на незначительное количество ацетилхолина, содержащееся в жидкости Рингера, крови, вытяжках из тканей.

Какое же значение имеют медиаторы для передачи нервного импульса? Этому вопросу посвящено бесчисленное количество экспериментальных работ, выполненных во всех лабораториях мира. Еще в 1924 г. советский физиолог А. Ф. Самойлов высказал предположение, что нервы передают возбуждение на мышцу посредством медиаторов. Вслед за ним к такому же выводу пришел выдающийся английский физиолог Ч. Шеррингтон. То, что казалось 45 лет назад лишь малообоснованным предположением, сегодня излагается во всех учебниках физиологии как установленный факт. Мало того, в дальнейшем удалось показать, что нервные стволы не являются пассивными проводниками импульсов. При возбуждении они выделяют специфические активные вещества, имеющие большое значение для передачи возбуждения. Медиаторы образуются как при движении нервного импульса из нервного центра к органу-исполнителю, так и при сигнализации с периферии в центры. Они выделяются нервными окончаниями при поступлении импульса в эффекторную клетку и аксонами нейронов при синаптической передаче.



Центростремительные нервные импульсы, возникшие в кожном рецепторе, проникают через задние корешки в спинной мозг, зрительные бугры и кору головного мозга. Возбуждение одних клеток вызывает в свою очередь последовательную активацию других. Возбужденная нервная клетка выделяет специфические продукты обмена веществ (ацетилхолин, норадреналин, серотонин), которые, действуя через соответствующие синапсы на соседние клетки, в свою очередь усиливают или ослабляют их деятельность. Таким образом, возникает длинная цепь, по которой нервный импульс передается от клетки к клетке, с первого окончания в центральную нервную систему и т. д. А использованный медиатор разрушается и становится неактивным.

Чрезвычайно важное значение для химической регуляции функций имеет взаимодействие медиатора с рецептором. Рецептор, принимающий центробежные нервные импульсы, можно рассматривать как входное устройство, через которое специфическая информация поступает из нервных окончаний в эффекторную клетку. Одни рецепторы отвечают на действие ацетилхолина (холинорецепторы), другие — катехоламинов (адренорецепторы), третьи — серотонина и т. д. Работы советских ученых (Х. С. Коштоянца, Т. М. Турпаева, Б. Н. Манухина и др.) в немалой степени способствовали выяснению роли и значения этих воспринимающих образований в реализации нервных импульсов. Установлено, что чувствительность рецепторов, их способность приходить в состояние возбуждения под влиянием различных медиаторов, т. е. то, что принято называть реактивностью, в значительной мере определяет действие медиатора на органы-исполнители. Так, например, при экспериментальной гипертонии у животных чувствительность адренорецепторов к адреналину возрастает в 2,3 раза, а к норадреналину — в 3,2 раза. Следовательно, одно и то же количество медиатора может вызвать у животного, страдающего гипертонией, более резкое повышение кровяного давления, чем у здорового, нормального животного.

В центральной нервной системе передача возбуждения с одной клетки на другую также совершается при участии медиаторов. В различных участках головного и спинного мозга в качестве передатчиков нервного возбуждения действуют разнообразные химические соединения, напри-



мер норадреналин, допамин, ацетилхолин, серотонин, гамма-аминомасляная кислота, глютаминовая кислота и др. Набор определенных медиаторов характерен не для отдельных структурных образований мозга, а для функциональных систем, в которые могут входить различные по своему строению нервные образования, объединяющиеся для выполнения какого-либо целенаправленного действия.

На Международном съезде физиологов в Токио в 1965 г. возник вопрос: какие же вещества, образующиеся в центральной нервной системе, следует считать медиаторами?

Доказательством медиаторной роли того или другого химического вещества может служить наличие его в телах нейронов и особенно в окончаниях аксонов, способность синтезироваться внутри нервных клеток, присутствие синтезирующих и расщепляющих это вещество ферментов, существование связанных (неактивных) форм. Медиаторы должны освобождаться при нервных импульсах, даже вызванных электрическим током. Тонкие методы электронной микроскопии, гистохимии, ультрацентрифугирования и т. д. позволили сделать важные выводы о существовании в центральной нервной системе многочисленных ансамблей нейронов, каждый из которых имеет не только специфические физиологические, но и биохимические особенности. В нервной ткани постоянно происходит образование и распад разнообразных химических передатчиков. Одни из них обладают возбуждающими, другие тормозящими свойствами, т. е. существуют медиаторы как усиливающие, так и подавляющие деятельность отдельных нервных образований.

Доказано существование в мозгу по крайней мере трех биохимических нейронных систем — адренергической, холинергической и серотонинергической. В первой передача нервного возбуждения осуществляется норадреналином и его предшественником — допамином, во второй — ацетилхолином, в третьей — серотонином.

Скандинавские исследователи составили даже приблизительную схему распределения этих систем в ткани мозга. Они различают: 1) норадреналиновую нейронную систему, которая локализуется преимущественно в ретикулярной формации ствола мозга, в гипоталамусе, лимбических структурах переднего мозга и в коре больших полушарий; 2) допаминовую систему в структурах среднего



мозга и подкорковых образованиях (бледном шаре); 3) серотониновую нейронную систему, проходящую через средний мозг к гипоталамусу и лимбическим структурам переднего мозга.

Холинергические системы расположены большей частью в глубоких слоях коры мозга, подкорковых структурах, гипоталамусе (преимущественно переднем) и в ретикулярной формации мозгового ствола.

### Гистамин

Одним из наиболее важных биологически активных веществ, образующихся в организме и имеющих непосредственное отношение к проблеме боли, является гистамин. Химическое строение его хорошо изучено. В известной мере гистамин можно считать медиатором. Но действие его значительно сложнее и шире, чем передача нервного возбуждения. Гистамин содержится в спорынье (маточных рождках), из которой его получают для научных и фармакологических целей.

Интерес к гистамину необычайно возрос, с тех пор как его удалось выделить почти из всех органов человека и животных. Он постоянно содержится в крови, но количество его не превышает 0,05—0,06 мг на 1 л жидкости. Зато из 1 кг бычьего легкого удастся извлечь 30 мг, а из 1 кг печени 2,5 мг гистамина. Некоторые авторы утверждают, что 1 кг легких взрослого человека содержит до 70 мг гистамина, а 1 кг кожи человека — 30 мг. Много гистамина в селезенке кролика, сердце коровы, нервах человека и животных. Но этот гистамин неактивен. Он связан белками и не в состоянии проявить свое действие, пока не освободится из связанной формы. И вот именно освобождение гистамина играет важнейшую роль в возникновении многих болезненных состояний.

Гистамин образуется в организме из аминокислоты — гистидина. Под влиянием фермента гистидин-декарбоксилазы гистидин превращается в гистамин. Чем активнее фермент, тем интенсивнее он образует гистамин, тем большие количества этого продукта поступают в кровь и ткани. По мере образования гистамин связывается тканями, превращаясь в неактивную форму, либо разрушается ферментом-окислителем, известным под названием диаминооксидазы, или гистаминазы.

Образование гистамина в тканях, но особенно в желудочно-кишечном тракте, осуществляется при участии бактерий. Небольшое количество гистамина в организме связано с пищей. Хотя свободный гистамин является самым активным фактором, действующим на функцию. Под влиянием гистамина сосуды сужаются, артерии расширяются, сужаются артерии, усиливается слезотечение. В нормальном, здоровом организме во многих физиологических процессах гистамин стимулирует деятельность органов, стимулируя в других. Как и в других, входит он в комплекс биологических процессов, циркулирующих в крови и участвующих в регуляции функций.

Гистамин — один из самых важных секретов. В клинической практике применяется гистаминовый тест для выяснения вопроса о состоянии функции гистамина в крови. Можно сделать вывод, что печень и железы ее либо в состоянии вырабатывать ферменты, либо в состоянии вырабатывать ферменты. В последнее время большое значение в возмещении гистамина в крови придается гистамину. При подкожной инъекции гистамина в кровь наблюдается ряд характерных изменений. В клинической практике нет ли у гистамина...



Образование гистамина происходит во многих органах и тканях, например в печени, почках, поджелудочной железе, но особенно интенсивно в кишечнике, где оно осуществляется при весьма деятельном участии кишечных бактерий. Небольшое количество гистамина поступает в организм с пищей — молоком, мясом, некоторыми овощами (шпинатом, помидорами и др.).

Хотя свободного гистамина в организме сравнительно немного, действие его необычайно многообразно и охватывает самые различные физиологические процессы и функции. Под влиянием гистамина повышается проницаемость сосудистых стенок, расширяются кровеносные капилляры, сужаются артерии, снижается кровяное давление, усиливается слезотечение, уменьшается выделение мочи. В нормальном, здоровом организме гистамин участвует во многих физиологических процессах, регулируя деятельность органов, стимулируя их в одних случаях и ослабляя в других. Как неотъемлемая составная часть входит он в комплекс биологически активных веществ, циркулирующих в крови или находящихся в тканях. Без участия гистамина не может осуществляться гуморальная регуляция функций.

Гистамин — один из сильнейших возбудителей желудочной секреции. В клинике внутренних болезней широко применяется гистаминовая проба, которая позволяет решить вопрос о состоянии желез желудка. Если после введения гистамина в кровь желудочный сок не выделяется, можно сделать вывод, что слизистая желудка атрофирована и железы ее либо вовсе отсутствуют, либо потеряли способность вырабатывать соляную кислоту и переваривающие пищу ферменты. Гистаминовая проба позволяет отличить органические изменения в желудке от функциональных. В последнее время гистамину приписывают большое значение в возникновении язвенной болезни желудка. По-видимому, повышенная кислотность желудочного сока в значительной мере связана с высоким содержанием гистамина в крови и тканях.

При подкожной инъекции гистамина резко повышается функция мозгового слоя надпочечников. Гормон этих желез — адреналин — поступает при этом в кровь и вызывает ряд характерных сдвигов в деятельности организма. В клинической практике, для того чтобы проверить, нет ли у больного злокачественной опухоли надпо-



чечника — феохромоцитомы, вводят небольшое количество гистамина. Если действительно имеется феохромоцитома, она начинает выбрасывать в кровь свои запасы адреналина, во много раз превышающие норму, что позволяет с большей вероятностью поставить диагноз опухоли.

Каждому из нас приходилось встречать людей, особо чувствительных к некоторым обычным, ничем не примечательным воздействиям на организм. Одни не выносят запаха хвои, другие — свежего сена, третьи — масляной краски. Сколько раз мы слышим, что один из наших знакомых необычайно чувствителен к творогу, другой — к землянике, третий — к ракам и т. д. Стоит им только поесть блюдо, изготовленное из «неугодных» организму продуктов, как кожа у них покрывается сыпью или волдырями, возникает мучительный зуд, отекают отдельные участки тела (лицо, глазницы, кисти рук), а иногда начинаются приступы какого-то странного беспокойства, крапивницы, мигрени, насморка, бронхиальной астмы, лихорадки. Все эти состояния — разнообразные проявления аллергии, в той или иной степени связанные с нарушениями гистаминового обмена.

Под влиянием сложных и многообразных процессов, совершающихся в организме, вызванных некоторыми воздействиями из окружающего нас мира, например охлаждением, перегревом, ожогом, солнечными лучами, гистамин освобождается из связанной формы. Переполненные гистамином тканевые депо, эти «склады», насыщенные неактивным, связанным гистамином, начинают опорожняться. В кровь поступает свободный и весьма «агрессивный» гистамин. Он повышает проницаемость сосудов, расширяет капилляры, снижает давление крови, усиливает секрецию желудочного сока... Опустевшие депо быстро заполняются вновь образовавшимся гистамином, который в свою очередь может легко освободиться и перейти в кровь. Этому «гистаминовому наводнению» организм противопоставляет мощную систему обороны. Но в некоторых случаях поступление превышает разрушение, и тогда-то возникает многообразное болезненное состояние, которое врачи называют аллергическим. Разумеется, нельзя ставить знак равенства между аллергией и гистамином. Проявление аллергии не сводится к действию одного только гистамина, к гистаминовому отравлению. Но,

как правило, без его участия.  
Гистамин действует  
десять миллионов раз  
способны вызвать сокраще-  
ний свинок. Накопление  
гистамина в крове  
нарушения самочув-  
ства — антигистаминные  
препараты препятствуют  
очень легко доказать в  
свинке ввести димедрол  
смертельную дозу гиста-  
мина.  
И у нас и в странах  
эти препараты.  
цей — антерган), супра-  
Механизм их действия  
антигистамины блоки-  
тканевые элементы. С  
руку бьет пуля гиста-  
по-разному. Одни из  
щие гистамин из гис-  
ние гистамина, третьи  
гистамина «на свобод-  
тигистамины влияют  
нервную систему. Пол-  
мы чувствуем легкую  
ем глубоким сном, как  
Антигистамины им  
проблемой лучевой б-  
доказано, что под вл-  
в том числе и космичес-  
возрастает количество  
стамин, — нужны проти-  
Выбор препарата в  
только от характера э-  
продаже и, в известной  
дуальных особенностей  
Появление противо-  
макологиче...



как правило, без его участия не возникает аллергических явлений.

Гистамин действует в организме при разведении в десятки миллионов раз. Тысячные доли миллиграмма способны вызвать сокращение изолированной кишки морской свинки. Накопление сравнительно небольших количеств гистамина в крови человека вызывает у него тяжелые нарушения самочувствия, возникновение самых неожиданных расстройств.

Фармакологическая промышленность синтезировала несколько десятков препаратов противогистаминного действия — антигистаминов. При введении в организм они препятствуют проявлению его токсических свойств. Это очень легко доказать в лабораторном опыте. Если морской свинке ввести димедрол и после него четырехкратную смертельную дозу гистамина, свинка остается в живых.

И у нас и в странах Европы и Америки можно приобрести эти препараты. Это димедрол, диазолин (за границей — антерган), супрастин, пипольфен, антистин и др. Механизм их действия сложен и не всегда ясен. В основном антигистамины блокируют чувствительные к гистамину тканевые элементы. Они как бы закрывают цель, в которую бьет пуля гистамина. Разные препараты действуют по-разному. Одни из них подавляют ферменты, образующие гистамин из гистидина, другие активируют разрушение гистамина, третьи препятствуют выходу связанного гистамина «на свободу». В определенной степени все антигистамины влияют на центральную и периферическую нервную систему. Положив таблетку димедрола на язык, мы чувствуем легкую анестезию, а проглотив ее, засыпаем глубоким сном, как от снотворного.

Антигистамины имеют огромное значение в связи с проблемой лучевой болезни. Работами многих ученых доказано, что под влиянием ионизирующей радиации, в том числе и космических лучей, в крови и тканях резко возрастает количество гистамина. А там, где имеется гистамин, — нужны противогистамины.

Выбор препарата в каждом отдельном случае зависит только от характера заболевания, наличия препарата в продаже и, в известной степени, от опыта врача и индивидуальных особенностей больного.

Появление противогистаминных препаратов на фармакологическом рынке сыграло огромную роль в лечении



многих заболеваний. Но вот последние годы принесли неожиданное открытие. Оказалось, что организм вырабатывает собственные, естественные противогистамины. Тонкими лабораторными исследованиями удалось показать, что кровь здорового человека способна нейтрализовать добавленный к ней гистамин. Открытие это принадлежит французскому ученому Парро, который дал описанному им явлению название гистаминопексии, а самый эффект обезвреживания гистамина назвал гистаминопексическим.

Феномен гистаминопексии обусловлен наличием в нормальной сыворотке крови особого белка — плазмапексина I, который по своему химическому составу относится к псевдогамма-глобулинам. Содержание его в крови равно 0,4—0,7% всех белков сыворотки. Плазмапексин связывает не только гистамин, но и другие биологически активные вещества (серотонин, ацетилхолин, окситоцин). Однако он не связывает брадикинин — вещество, имеющее непосредственное отношение к возникновению боли, о котором мы еще не один раз будем говорить (см. стр. 173).

В дальнейшем было установлено, что отсутствие гистаминопексического эффекта в сыворотке больных с различными заболеваниями зависит не только от отсутствия плазмапексина I, но и от появления в крови плазмапексина II, неспособного связать гистамин в крови и антипексина I, подавляющего связывание гистамина плазмапексином I.

В нашей лаборатории подробно изучен гистаминопексический эффект при различных заболеваниях. Оказалось, что при некоторых формах патологии (аллергических, нервных) сыворотка крови теряет способность связывать добавленный к ней гистамин. Это наблюдается у больных бронхиальной астмой, вазомоторным ринитом, крапивницей. И хотя содержание в крови свободного гистамина у этих больных может быть ниже нормы, он отличается особой активностью из-за отсутствия гистаминопексического эффекта и даже в самых незначительных количествах способен вызывать аллергические явления.

#### Серотонин (5-окситриптами́н)

Приблизительно 20 лет назад американские ученые Рапорт, Грин и Пейдж выделили из бычьей сыворотки вещество, способное повышать кровяное давление. Оно и



было названо ими серотонином, т. е. веществом, выделенным из сыворотки (по-латыни *serum*) и повышающим кровяное давление. За годы, прошедшие с того времени, свойства серотонина подробно изучены и сам он даже синтезирован. Формула его хорошо известна, но роль в регуляции функций представляется еще довольно спорной. Можно считать, что серотонин — истинный медиатор. Он отвечает всем требованиям, предъявляемым к этому типу веществ. Подобно катехоламинам и ацетилхолину, серотонин осуществляет передачу импульсов с одной нервной клетки на другую. В головном мозгу имеются группы нейронов, особенно чувствительных к серотонину, деятельность которых связана с его образованием и распадом. Нейроны эти сосредоточены преимущественно в ядрах подбугорья и в среднем мозгу. В литре крови нормального здорового человека содержится приблизительно 0,06—0,2 мг серотонина; основная масса его находится в кровяных пластинках, так называемых тромбоцитах.

В течение многих лет ученые разных стран пытаются разгадать роль серотонина в осуществлении процессов жизнедеятельности отдельных органов или всего организма. В настоящее время известно, что серотонин принимает участие в регуляции деятельности головного и спинного мозга, двигательной, сердечно-сосудистой, пищеварительной, выделительной и многих других физиологических систем. Обычно серотонин находится в тканях в виде связанной, неактивной формы. Под влиянием некоторых воздействий и особенно при введении различных лекарственных препаратов (например, резерпина) серотонин освобождается из связанной формы и поступает в кровь. Но «свободная жизнь» его, как правило, непродолжительна. Почти во всех тканях содержится фермент — моноаминоксидаза, довольно быстро инактивирующий серотонин в организме.

В последние годы исследователи придают большое значение серотонину в предотвращении инфаркта миокарда. Хотя в этом вопросе еще далеко нет полной ясности, при сердечных болях нередко назначают препараты, способные повысить уровень серотонина в крови. Имеются указания, что накопление серотонина в мышце сердца препятствует развитию инфаркта. Впрочем, такое утверждение требует проверки, еще слишком много белых пятен в этой области знания.



Недостаточно изучено также влияние серотонина на вегетативную нервную систему. В одних случаях его действие подобно возбуждению симпатической нервной системы, в других — парасимпатической. Не исключено, что это зависит от дозы введенного препарата, а быть может, от исходного состояния, вернее, настройки центральных и периферических отделов комплексной вегетативно-гуморальной системы.

Во многих случаях серотонин обладает противосудорожными и успокаивающими свойствами. Накапливаясь в центральной нервной системе, он подавляет ее активность. Не случайно так много внимания уделяет медицинская наука изучению обмена серотонина у больных с различными психическими расстройствами. Несомненно также участие серотонина в возникновении целого ряда других заболеваний. Видимо, избыточное содержание его в организме способствует развитию язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки. Установлено, что в некоторых злокачественных опухолях (например, в феохромоцитоме) можно обнаружить целые «залежи» серотонина. Нередко в моче больных, страдающих злокачественными опухолями, обнаруживается в большом количестве 5-оксииндолуксусная кислота — продукт превращения серотонина.

И, наконец, не последнюю роль играет серотонин в возникновении и развитии болевого синдрома.

\* \* \*

В заключение несколько замечаний об участии биологически активных веществ (медиаторов, гормонов, различных химических соединений, так называемых метаболитов) в регуляции функций. Как они осуществляют гуморальную регуляцию функций? Какова их роль в системе гомеостаза?

Исследования последних лет показали, что для изучения состояния вегетативной нервной системы у человека и животных можно использовать методы определения биологической активности крови. Это значит, что, исследуя содержание в крови некоторых гормонов и медиаторов, например катехоламинов, ацетилхолина, гистамина, серотонина и др., можно получить представление о состоянии и реактивности (т. е. готовности к действию) различных отделов вегетативного аппарата. Высокое содержание в



крови адреналина и норадреналина говорит о повышенной активности симпатического отдела, а высокий уровень ацетилхолина и отчасти гистамина и серотонина — парасимпатического.

Общая биологическая активность крови, т. е. влияние, которое она оказывает на определенные функции, органы и ткани (изолированное сердце и кишка лягушки, кровяное давление кошки и кролика, спинная мышца пиявки, прямая мышца живота лягушки и др.), зависит от соотношения в ней веществ, возбуждающих симпатические и парасимпатические нервные элементы.

У здоровых людей биологическая активность крови волнообразно колеблется в довольно узких границах. При этом соотношение гормонов, медиаторов, ферментов, различных солей в крови непрерывно меняется, то повышаясь, то снижаясь. Оно зависит от потребностей организма, различных при тех или иных условиях, а также от состояния последовательно включающихся по мере необходимости регуляторных приборов, основная задача которых сводится к сохранению постоянства внутренней среды.

Нарастание в крови содержания биологически активных веществ одного ряда, например симпатических, автоматически вызывает накопление веществ противоположного действия — парасимпатических, компенсирующих, уравнивающих или сглаживающих действие первых. Это все та же, испытанная и проверенная миллионами лет эволюционного развития система гомеостаза.

Чрезвычайно сложные, постоянно меняющиеся количественные и качественные соотношения симпатических и парасимпатических веществ в крови не только отражают, но и определяют состояние вегетативной нервной системы. Совершенно естественно, что накопление во внутренней среде ацетилхолина, вызванное как его усиленным новообразованием, так и недостаточным связыванием эритроцитами и тканевыми элементами, слабостью расщепляющих механизмов и особой чувствительностью холинорецепторов, всегда создает благоприятную почву для возникновения парасимпатических реакций. Напротив, высокое содержание адреналина, норадреналина, их предшественников и продуктов распада является первым признаком симпатической «настройки» организма.

При различных заболеваниях регуляторные механизмы начинают действовать с перебоями, своевременно не вклю-



чаются и вызывают извращенные реакции. Взаимоотношения между нервными, гуморальными и гормональными механизмами нарушаются, результатом чего является возникновение длительных или кратковременных состояний расстройства регуляции в виде приступов, нарушения сна и бодрствования, разнообразных болезненных явлений, происхождение которых требует в каждом отдельном случае специальной расшифровки.

### Мозговой барьер

Одновременно наряду с «телеграфной» передачей от рецепторов по нервам в центральную нервную систему идут более медленные «письменные» донесения через кровь об опасности, раздражении, повреждении. Физиологическая информация поступает в мозг не только по нервным путям. Через особую защитную систему, так называемый гемато-энцефалический (крово-мозговой) барьер, донесения приходят в мозг также и из крови.

Еще в конце прошлого столетия знаменитый немецкий микробиолог Пауль Эрлих установил, что некоторым краскам путь в нервную ткань закрыт. Но лишь во втором десятилетии нашего века был поставлен опыт, блестяще подтвердивший наблюдения Эрлиха. Белому кролику ввели в вену довольно большое количество синей краски, так называемого трипанового синего. Тело кролика посинело. Синими стали уши, глаза, губы, лапки. Когда кролика остригли, оказалось, что вся его кожа окрасилась в синий цвет. Животное подвергли анатомическому исследованию. Оно было целиком пропитано краской: трипановый синий проник во все органы: в мышцы, печень, легкие, почки, кишки. Одни ткани содержали больше краски, другие меньше. Краска не проникла только в мозг животного. На своем пути она встретила препятствие, которое помешало ей попасть в нервные клетки или в жидкость, омывающую головной и спинной мозг, хорошо известную врачам и больным, — спинномозговую жидкость.

Многие исследователи в разных лабораториях проверяли этот классический опыт. Вместо трипанового синего животным вводили самые разнообразные вещества — краски, соли, лекарства, гормоны, яды. В последние годы стали вводить радиоактивные изотопы. Выдающийся советский физиолог Л. С. Штерн еще в 20-х годах подроб-



но изучила механизм проникновения из крови в мозг различных веществ и впервые ввела в науку название «гемато-энцефалический», т. е. крове-мозговой барьер.

Было установлено, что одни вещества свободно переходят из крови в центральную нервную систему, другие почти полностью задерживаются барьером, третьи проникают в минимальных количествах и могут быть открыты в мозгу и спинномозговой жидкости только при помощи особо чувствительных методов исследования.

Между кровью и центральной нервной системой находится своеобразный физиологический механизм, охраняющий ее изнутри со стороны крови, точно так же как от всяких внешних воздействий ее охраняет прочный костный скелет — череп и позвоночный столб.

Гемато-энцефалический барьер защищает центральную нервную систему от всевозможных чужеродных ядовитых веществ, проникших в кровь и способных повредить, отравить, разрушить необычайно чувствительные нервные клетки головного и спинного мозга. Барьер как бы стоит на страже мозга, не пропуская из крови различные яды, которые могут оказаться для него смертельными. Такие яды нередко образуются в организме при многих заболеваниях или случайно попадают в ток крови, например при отравлениях.

Конечно, наивно было бы думать, что гемато-энцефалический барьер является абсолютной преградой, как бы бронированной дверью, закрывающей вход в центральную нервную систему. Непроницаемость его относительна и зависит в значительной степени от количества и концентрации находящихся в крови веществ, от состояния организма, внешних воздействий и ряда других причин, обусловленных раздражениями, поступающими из внешней или внутренней среды.

Синие кролики с неправдоподобно окрашенными слизистыми оболочками, носами, глазами и ушами позволили выявить в организме человека и животных очень важное защитное приспособление, без которого центральная нервная система не могла бы существовать.

\* \* \*

Вирусные энцефалиты, столбняк, сифилис мозга, прогрессивный паралич... Кто не слыхал об этих заболеваниях центральной нервной системы? Как трудно, подчас невоз-



можно бороться за жизнь и здоровье больных, в мозгу которых находится инфекционное начало!

При определенных условиях вирусы сравнительно легко проникают в мозг и спинномозговую жидкость; токсин столбняка имеет особое «влечение» (сродство) к нервной ткани, бледная спирохета (возбудитель сифилиса) тоже находит путь в центральную нервную систему. Но лекарства, которые могли бы уничтожить вирус, нейтрализовать столбнячный яд, убить спирохету, почти не проникают в мозг.

Все, чем гордится наука, что было сделано десятилетиями упорного труда многих тысяч ученых, оказывается бессильным перед врагом, засевшим в нервной ткани, как бы отгородившимся от всего организма непроницаемой преградой, крепостной стеной, через которую почти не проходят некоторые антибиотики, сульфамиды, соединения мышьяка, висмут, йод и лечебные сыворотки.

С тех пор, как была изготовлена противостолбнячная сыворотка, число заболеваний столбняком резко снизилось. Эта сыворотка, вовремя введенная при ранениях, предохраняет от заболевания, а во многих случаях и излечивает его, если болезнь своевременно распознана и лечение начато на самых ранних стадиях болезни. Однако, несмотря на профилактическое применение сыворотки, обязательное при каждом ранении, угроза столбнячной инфекции еще не изжита. Это показал опыт второй мировой войны, опыт лечения травматических поражений мирного времени.

Если столбняк уже развился, если его яд — столбнячный токсин проник в нервную систему, связался с нервными клетками, введение противостолбнячной сыворотки во многих случаях не спасает больного. Поступая в кровь, даже иногда в огромных количествах, сыворотка не приходит в соприкосновение с токсином. На пути ее становится гемато-энцефалический барьер, и человек, заразившийся столбняком, погибает, хотя организм его переполнен защитными веществами — антителами, способными обезвредить с избытком весь токсин, накопившийся в нервных клетках. Но столбнячный яд находится по одну сторону барьера, а противоядие — по другую. Ученые вводили в кровь собаки или лошади огромные количества противостолбнячной сыворотки, а затем впрыскивали в мозг небольшие дозы столбнячного токсина, и животные погибали.



бали от тяжелейшего столбняка, хотя организм их был насыщен антителами.

То же самое происходит и при некоторых формах энцефалита. Вирус находится в центральной нервной системе, а антитела не в состоянии проникнуть из крови в мозг и обезвредить инфекционное начало, так как оно ограждено мозговым барьером. Организм располагает всеми средствами, необходимыми для полного уничтожения вируса, но не может их подвести к нервной клетке, где живет и размножается возбудитель. Значит ли это, что центральная нервная система окружена чем-то вроде крепостного вала, за которым отсиживаются бактерии, вирусы и яды?

Когда-то ученые именно таким образом представляли функцию гемато-энцефалического барьера. Барьер защищает нервные клетки от находящихся в крови вредных для нервной системы веществ, не пропускает в мозг и спинномозговую жидкость случайно попавшие в организм яды или образовавшиеся в процессе обмена ядовитые вещества и попутно задерживает лекарства, необходимые для уничтожения инфекционного начала, проникшего тем или иным путем непосредственно в центральную нервную систему.

Некоторые исследователи высказывали предположение, что мозг окружен какой-то «решеткой», мелкопористой тканью, сквозь которую проталкиваются молекулы одних веществ, а молекулы других в зависимости от их величины либо вовсе не проходят, либо застревают в отверстиях. Понадобилось немало лет и бесчисленное число экспериментальных исследований, для того чтобы показать упрощенность, примитивность такого рода представлений. Оказалось, что многие вещества довольно легко проникают в мозг. Нередко из двух введенных одновременно химических соединений, очень близких друг другу по молекулярному строению, одно обнаруживается в нервной ткани, а другое почти полностью в ней отсутствует. Да к тому же далеко не все бактерии, вирусы и токсины беспрепятственно проникают в нервную систему. Барьер существует и для них. Им тоже не так просто пробить себе путь через его бастионы.

Но самое интересное заключается в том, что барьер между кровью и мозгом не единственный в организме. Аналогичные защитные и регулирующие образования



существуют во всех органах. Они получили название тканевых или гисто-гематических барьеров и могут быть выявлены в печени, легких, сердце, желудочно-кишечном тракте и т. д. Хорошо известен барьер между кровью и тканями глаза (гемато-офтальмический), между кровью и тканями уха (гемато-лабиринтный) и многие другие. Все эти барьеры задерживают одни вещества и легко пропускают другие.

И в мышцах, и в тканях различных внутренних органов барьерные функции несут тончайшие, неразличимые невооруженным глазом разветвления кровеносных сосудов — капилляры. Стенки их состоят из особых клеток, известных под названием эндотелиальных. Строение капилляров в каждом органе отличается некоторыми особенностями. Их стенки проницаемы для одних веществ и почти непроницаемы для других. Они-то и являются первой линией обороны, передовыми форпостами тканевых барьеров различных органов. Барьерными функциями обладает также соединительная ткань, окружающая капилляры, а в мозгу — сложная нервная ткань, состоящая из особых клеток и нервных волокон, — глия.

Строение капилляров мозга несколько отличается от строения капилляров других органов. Стенки их устроены более сложно, они состоят из нескольких слоев ткани и служат надежной преградой между кровью и лежащими в глубине мозга нейронами. Глия представляет уже вторую линию обороны, а оболочка самой нервной клетки — третью. Впрочем, линий обороны в мозгу много. Барьером для циркулирующих в крови веществ являются и оболочки мозга, и некоторые сложные химические соединения, заполняющие щели между клетками капилляров, и сосудистые сплетения желудочков мозга, участвующие в образовании спинномозговой жидкости.

Работы последних лет, в том числе и наши исследования, показали, что проницаемость капиллярных стенок неодинакова в различных участках мозга. Гемато-энцефалический барьер не является единым образованием. Скорее он напоминает мозаику из множества взаимосвязанных барьерных механизмов, регулирующих обмен и питание нервных клеток, их ансамблей и отдельных мозговых центров. Так, например, установлено, что в области подбугорья проницаемость барьера выше, чем в других областях мозга. Эта особенность имеет важное значение



для тех функций, которые осуществляют нервные клетки подбугорковой области головного мозга. Для того чтобы работа их протекала точно и бесперебойно, необходимо, чтобы они получали своевременную информацию обо всех сдвигах во внутренней среде и мгновенно реагировали на получаемые сигналы. Лишь в этом случае система гомеостаза может действовать безупречно. Если вещества, содержащиеся в крови, будут задерживаться барьером, расположенным между кровью и подбугорьем, реакция нервных клеток будет запаздывать или вовсе отсутствовать. Этим, вероятно, и можно объяснить повышенную проницаемость гемато-энцефалического барьера в области подбугорья.

\* \* \*

Для центральной нервной системы постоянство внутренней среды, вернее, ее собственной микросреды имеет особо важное значение. Нервные клетки чувствительны к изменениям в составе и свойствах непосредственной среды, в которой они живут и функционируют, больше, чем клетки других органов. Не случайно природа надежно запрятала их в прочный костный футляр и построила сложный по своему анатомическому строению защитный барьерный механизм, для того чтобы они не подвергались каким-либо неожиданным ударам — физическим или химическим, извне или изнутри. А состав и свойства микросреды центральной нервной системы полностью регулируются гемато-энцефалическим барьером.

Таким образом, от состояния барьера зависят химический состав и биологические свойства всей жидкости, в которую как бы погружен мозг. Они отличаются поразительной устойчивостью и почти не изменяются даже при сравнительно глубоких сдвигах в химизме крови.

«Химические и физические процессы, — пишет английский физиолог Баркрофт, — связанные с психической деятельностью, столь деликатны по своему характеру, что рядом с ними изменения, измеряемые термометром или водородным электродом, представляются огромными, катастрофическими. Процессы (вероятно, ритмические) столь деликатные, конечно, требуют для своего упорядоченного развития чрезвычайного постоянства среды, в которой они происходят. Как часто я наблюдал на поверхности тихого озера зыбь, образующуюся вслед за плыву-



щей лодкой, следил за правильностью ее образования и любовался узорами, возникающими при встрече двух таких систем зыби. Но для этого озеро должно быть совершенно спокойно, точно так же как атмосфера должна быть свободна от атмосферных явлений, когда вы наслаждаетесь тонкой передачей симфонии. Предполагать высокое интеллектуальное развитие в среде, свойства которой не стабилизированы, — это значит искать музыку ■ треске плохой радиопередачи или зыбь от лодки на поверхности бурного Атлантического океана... Постепенно, веками, постоянство внутренней среды регулировалось со все возрастающей точностью до тех пор, пока в конце концов эта регуляция достигла такой степени совершенства, при которой смогли развиваться человеческие способности и человек смог познавать мир вокруг себя в терминах абстрактного знания.

Каждое столетие, а теперь каждое десятилетие все увеличивает противоречие между полной ничтожностью человека как частицы материальной вселенной и поразительным превосходством, которого достиг его интеллект ■ понимании вселенной, в которой он живет»<sup>1</sup>.

Постоянство внутренней среды, утверждает Баркрофт, является условием или по меньшей мере одним из условий превосходства интеллекта человека над материальными силами природы.

Гемато-энцефалический барьер, как верный часовой, строго сохраняет микросреду мозга от всевозможных колебаний и изменений. Он принимает активное участие в питании головного и спинного мозга и обеспечивает поступление в центральную нервную систему питательных веществ в том количестве, которое необходимо для ее нормальной жизнедеятельности.

Конечно, мозговой барьер, как и тканевые барьеры других органов, не является каким-то самостоятельным, изолированным образованием в организме. Чутко и быстро отзываясь на изменения во внутренней среде, на сигналы, поступающие из нервных центров и периферических нервных образований, барьер легко меняет в зависимости от условий свою проницаемость: повышает и понижает ее, регулируя питание и обмен мозговых клеток.

<sup>1</sup> Дж. Баркрофт. Основные черты архитектуры физиологических функций. Биомедгиз, 1937, стр. 80.

Тканевые элементы снабжены огромными питающими приборами. Изменения химических свойств спинномозговой жидкости в центральной нервной системе рефлекторной дуги, которые являются самым способным составом и свойств мозга.

При некоторых состояниях, сопровождаемых гемато-энцефалическим барьером, накапливаются химические вещества. В свою очередь возмущения центральной нервной системы все новые и новые типы ацетилхолина. Это способствует возбуждения по всей ее отделам, в других.

Однако, накопление биологически активных веществ, поражающих т. е. возбуждающих, уже не реакция, описанные парасимпатический при раздражении ацетилхолин, гистамина, проникающего в парасимпатический отдел.

Катехоламины центральной нервной системы симпатический отдел, гистамина, проникающего в парасимпатический отдел, вызывают весь ложный — парасимпатический. Еще И. М.



Тканевые элементы гемато-энцефалического барьера снабжены огромным количеством рецепторов. Эти воспринимающие приборы, реагирующие преимущественно на изменения химического состава, физико-химических и биологических свойств омывающей их жидкости — крови и спинномозговой жидкости, посылают соответствующие сигналы в центральную нервную систему. В ответ по принципу рефлекторной связи возникает обратный поток импульсов, которые регулируют проницаемость барьера и тем самым способствуют сохранению или нарушению состава и свойств микросреды нервных клеток и волокон.

При некоторых физиологических и патологических состояниях, сопровождающихся повышением проницаемости гемато-энцефалического барьера, в спинномозговой жидкости накапливается значительное количество различных химических веществ, влияющих на состояние мозга. В свою очередь возбужденные или заторможенные клетки центральной нервной системы выделяют в окружающую среду все новые и новые порции обмена веществ (частично типа ацетилхолина, норадреналина, серотонина и т. д.). Это способствует в одних случаях распространению возбуждения по всей нервной системе или по определенным ее отделам, в других — ее торможению.

Однако, накапливаясь в центральной нервной системе, биологически активные вещества изменяют свое действие. Тироксин, норадреналин и различные симпатикотропные, т. е. возбуждающие симпатическую нервную систему вещества, уже не вызывают характерных симпатических реакций, описанных выше. Действие их приближается к парасимпатическому, т. е. напоминает эффект, наблюдаемый при раздражении блуждающего нерва. В то же время ацетилхолин, гистамин и другие парасимпатические вещества, проникая в мозг, действуют как возбудители симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Катехоламины, возбуждая адренергические клетки центральной нервной системы, вызывают характерный симпатический эффект. Но в тех случаях, когда при нарушении проницаемости барьера, вызванном теми или другими причинами, катехоламины, как бы прорвав плотину, наводняют весь мозг, действие их приобретает противоположный — парасимпатический характер.

Еще И. М. Сеченов отметил, что нервные центры и нервные стволы реагируют различно, иногда противопо-



ложно, на действие одних и тех же химических веществ. Своеобразную реакцию нервных центров на химические раздражения подробно изучили и описали Л. С. Штерн и ее сотрудники (Г. Н. Кассиль, Я. А. Росин, Г. Я. Хволес и др.). В последние годы появилось большое число работ у нас и за рубежом, подтверждающих существование противоположной реакции между центральными и периферическими элементами нервного аппарата на действие одного и того же химического вещества.

Если бы симпатикотропные вещества, накапливаясь иногда в крови в очень больших количествах, непрерывно стимулировали симпатические нервные центры, это привело бы к перевозбуждению всего симпатического отдела вегетативной нервной системы и к нарушению регуляции функций. Точно так же ацетилхолин и другие парасимпатикотропные вещества, проникая из крови в мозг, вызвали бы сильнейшее перевозбуждение парасимпатической нервной системы. На самом же деле все эти необычайно активные вещества (гормоны, медиаторы, ионы), поступая в мозг, способны вызвать противоположный эффект и тем самым восстановить нарушенное равновесие. Центральные нервные аппараты вмешиваются в физиологические процессы не только рефлексорным путем, но и получив сигналы через жидкие среды организма. На этом примере можно еще раз убедиться, что все жизненные процессы в организме регулируются единым сложным многоступенчатым механизмом. Этот механизм состоит из различных звеньев — нервного, гуморального, гормонального, ионного и т. д. Но нервная регуляция является основной, ведущей, а все другие виды регуляции — подчиненными.

\* \* \*

Огромный экспериментальный материал, накопленный в лабораториях и клиниках разных стран, показывает, что гемато-энцефалический барьер имеет первостепенное значение для всей деятельности головного и спинного мозга, так как даже незначительные изменения химического состава спинномозговой жидкости или небольшие колебания в поступлении питательных веществ к клеткам мозга оказывают подчас решающее влияние на их состояние. Барьер как бы оберегает мозг человека и животных от всевозможных случайностей, создает для нервных кле-



ток постоянные и неизменяющиеся условия. Если бы в животном организме не было мозгового барьера, центральная нервная система была бы игрушкой самых неожиданных и случайных изменений в ее внутренней среде. Из сложного комплекса защитных сил организма выпало бы важнейшее звено. Ядовитые продукты, образовавшиеся в процессе обмена веществ и почему-либо не обезвреженные организмом, беспрепятственно проникали бы в мозг и отравляли его клетки. Центральная нервная система была бы легко доступна для бактерий и их токсинов, а также для всех других чужеродных веществ, тем или иным путем попавших в организм.

Точная и бесперебойная работа нервных клеток, умственная деятельность, психика, настроение, здоровье и болезнь нередко зависят от состояния гемато-энцефалического барьера.

Способность барьера избирательно пропускать в центральную нервную систему одни вещества и задерживать другие, совершенно поразительная его приспособляемость к требованиям нервных клеток, тончайшее регулирование состава и свойств внутренней среды мозга имеют огромное значение не только для мозга, но и для всего организма.

Барьер — не крепостная стена, разделяющая два независимых государства, и не дверь, запертая на замок. Это очень тонко реагирующий физиологический механизм, изменяющий свою проницаемость в зависимости от условий и потребностей организма.

В течение многих лет физиологи и врачи изучали влияние различных воздействий на мозговой барьер. Оказалось, что проницаемость его может изменяться при различных физиологических и патологических состояниях организма. Она увеличивается при голодании и недостатке кислорода, под влиянием различных гормонов, при хирургическом удалении некоторых желез внутренней секреции, при повышении температуры тела до  $41-42^{\circ}$  или при падении ее до  $34-35^{\circ}$ . Многие инфекционные заболевания, беременность, кормление грудью, травма, облучение, наркоз нередко изменяют функции мозгового барьера и способствуют поступлению различных веществ из крови в мозг.

Особый интерес представляет для нас вопрос о влиянии боли на гемато-энцефалический барьер. Длительная



боль повышает проницаемость барьера. Дезорганизуется не только защитная, но и регулирующая его деятельность. В участки мозга, обычно закрытые для некоторых биологически активных веществ, начинают проникать продукты обмена тканей, медиаторы, гормоны, электролиты, нарушая строгую избирательность барьера, перестраивая слаженные механизмы регуляции функций.

Однако изменить состояние барьера удастся не всегда. Многие вещества, именно те, которые больше всего необходимы в данную минуту, не проникают в нервную систему и при нарушении барьера. Нередко количество их оказывается недостаточным, для того чтобы воздействовать на бактерии и их токсины, попавшие в мозг; наряду с лечебными веществами в центральную нервную систему устремляются иногда и вредные, отравляющие мозговые клетки, «шлаки» тканевого обмена.

Но все же один факт является бесспорным. Во многих случаях необходимо нарушить мозговой барьер, обойти его во что бы то ни стало, проникнуть в центральную нервную систему. Иногда лекарственные препараты приходится вводить непосредственно в мозг, вернее, в спинномозговую жидкость, минуя барьер. Если собаке впрыснуть в подкожную клетчатку столбнячный токсин, через несколько дней разовьется картина типичного столбняка. Вливание лечебной сыворотки в вены не спасает животное, оно гибнет в мучительных судорогах. Но если ввести сыворотку в спинномозговую жидкость, наступает улучшение. Столбнячный токсин, связавшийся с нервными клетками, становится доступным антителам, содержащимся в сыворотке, и собака выздоравливает. Это экспериментальное исследование было перенесено в клинику. Лечение столбняка «обходным маневром» — инъекцией сыворотки в спинномозговую жидкость — дает во многих случаях прекрасные результаты. И при некоторых других инфекционных заболеваниях, например туберкулезном менингите, энцефалитах, сифилитических поражениях мозга и др., введение лечебных сывороток, антибиотиков и лекарственных препаратов в спинномозговой канал спасает больных от непоправимого расстройства функций и даже от смерти.

В последние годы для лечения ряда заболеваний, вызванных нарушением нормальной деятельности центров головного мозга, нередко применяется разработанный

наш метод понегать  
Определенные лекар-  
ством гальваническо-  
м способом введения  
мозг и спинномозговую  
жидкость барьер и от-  
вернуть клетки.

Учение о мозговом  
как в отечественных,  
Оно тесно связано с на-  
зологии и медицины  
центральной нервной си-  
стемой сна и бодрствов-  
ания мозга, действи-  
тельности, проблемами бол-  
к тем достижениям в н-  
исследованиями новые  
ют их мысль в сторону  
еще далеко не решенны



нами метод ионогальванизации слизистой оболочки носа. Определенные лекарственные вещества вводятся с помощью гальванического тока в слизистую носа. При таком способе введения они как бы «проталкиваются» в мозг и спинномозговую жидкость, обходя гемато-энцефалический барьер и оказывая непосредственное влияние на нервные клетки.

\* \* \*

Учение о мозговом барьере широко разрабатывается как в отечественных, так и в зарубежных лабораториях. Оно тесно связано с наиболее важными проблемами физиологии и медицины — регуляцией функций, питанием центральной нервной системы, вопросами старения, проблемой сна и бодрствования, инфекциями головного и спинного мозга, действием лекарственных веществ на организм, проблемами боли и шока и т. д. Оно принадлежит к тем достижениям в науке, которые открывают перед исследователями новые пути и на долгие годы направляют их мысль в сторону исключительно важных, но пока еще далеко не решенных вопросов жизни и смерти.



## Химия боли

О том, что боль может быть вызвана не только физическими, но и химическими воздействиями, известно уже давно. Введение в организм различных химических веществ, смачивание ими кожи или слизистых оболочек, инъекции гипертонических растворов или лекарственных препаратов в мышцу, кожу, подкожную клетчатку образование в органах и тканях продуктов нарушенного обмена веществ — все это может явиться причиной болевого ощущения. Неудивительно поэтому, что в специальной литературе возникло представление о «болетворных» (алгогенных) веществах, вернее, о химических передатчиках — медиаторах боли.

Медиаторы боли... Надо думать, что это какие-то особые химические соединения, образующиеся в коже, крови, органах, тканях при нарушении их целостности, действующие на болевые рецепторы и являющиеся первым звеном длинной цепи физиологических и биохимических процессов, порождающих боль.

Многие исследователи считают, что в основе любого болевого ощущения лежит химическое раздражение. Они утверждают, что существуют специфические вещества, образующиеся в тканях или освобождающиеся из связанной формы в необходимый момент. Их назначение — вызвать возбуждение в нервных окончаниях, передающих специально закодированные природой сигналы, воспринимаемые нашим сознанием как боль.

О том, что болевое ощущение может передаваться химическим путем, говорил еще в 1927 г. известный английский ученый Томас Люис. В дальнейшем основную роль в медиации боли большинство исследователей стали приписывать гистамину. Было доказано, что введение слабого



7 глава  
раствора этого вещества в толщу кожи вызывает у человека болевое ощущение. Оказалось, что оно обладает болевым действием и совершенно ничтожной, буквально гомеопатической концентрации —  $10^{-18}$  г/мл, что соответствует 54 молекулам вещества. Если же вводить гистамин в разведении  $10^{-6}$ — $10^{-8}$  г/мл, испытуемый ощущает не боль, а зуд.

Многие советские исследователи (С. Д. Балаховский, Н. И. Гращенков, Х. С. Коштоянц и др.) неоднократно высказывали предположение, что причиной кожной боли является накопление гистамина в тканевой жидкости, омывающей нервные окончания. В результате травмы, удара, пореза, ожога в клетках возникает комплекс сложных химических или физико-химических превращений, составляющих предварительную фазу боли. Это приводит к освобождению из связанной формы и появлению в тканях активно действующих болевых веществ. Механизм их действия понятен: раздражение нервных окончаний, поток импульсов по нервным волокнам, возникновение ощущения в клетках центральной нервной системы, боль. Вещества эти образуются не мгновенно. Для их появления необходим какой-то скрытый период. Их постепенным образованием и объясняется сравнительно медленное возникновение боли при некоторых нарушениях целостности тканей. Все эти вещества, вызывающие боль, и являются, по мнению многих исследователей, гистаминоподобными. Проводится множество экспериментальных доказательств, подтверждающих участие гистамина в возникновении боли. Обнаружены большие количества свободного гистамина в коже при травме, порезах, ранах, ожогах, ушибах и т. д.

Выше уже говорилось о веществах, освобождающих гистамин из связанной формы. Еще недавно таких освободителей гистамина насчитывалось очень немного. К ним относили некоторые яды, ферменты, бактериальные токсины, аллергены. Действие их объяснялось в основном повреждением тканей. В настоящее время мы знаем несколько десятков разнообразных химических соединений, введение которых в организм приводит к освобождению гистамина из связанной формы. К ним относятся химический препарат 48/70 (соединение *p*-метоксифенетил-метиламина с формальдегидом), некоторые лекарственные вещества и антибиотики.



Действие этих соединений было испытано в экспериментах на животных, проверено в клинике на большом числе добровольцев. Оказалось, что достаточно ввести в кровь такой «освободитель», или «либератор», гистамина (так называют его в специальной литературе), как почти мгновенно развивается картина алергизации организма. Наряду с отеками, зудом, нарушением дыхания, сильнейшим насморком испытываемые ощущают нередко мучительные тянущие боли в различных внутренних органах, мышцах, коже. По-видимому, это связано с освобождением из тканевых депо больших количеств гистамина. Предварительное введение какого-либо противогистаминного препарата, например димедрола, полностью снимает все эти явления.

Значение гистамина в возникновении болевых ощущений подтверждается и клиническими наблюдениями. Исследования нашей лаборатории показали, что при острых и хронических болях содержание свободного гистамина в крови намного увеличивается. Особенно много его при острых болях, например невралгиях, головных болях, приступах грудной жабы; несколько меньше при болях хронических, длящихся многие недели или месяцы.

Отмечен еще один интересный факт. При некоторых болях уровень гистамина в крови может быть и сравнительно низким, но при этом бездействуют механизмы, разрушающие или связывающие его. Отсутствие противодействия создает в организме такие условия, что даже небольшие количества гистамина могут вызвать в одних случаях явления аллергии, в других боль, в третьих — расстройство деятельности внутренних органов.

Как известно, раздражение кожи электрическим током вызывает боль. Если исследовать при этом содержание в ней свободного гистамина, то оно окажется увеличенным во много раз. Установлено также, что количество гистамина повышено и в зонах Захарьина — Гэда, где истинная боль отсутствует и мы ощущаем лишь отраженную, проецирующуюся из больного органа боль (стр. 243). Стоит ввести в зону отраженной боли противогистаминный препарат, как боль исчезнет.

Неоднократно пробовали вводить гистамин в толщу кожи. При этом возникала сначала колющая острая, потом жгучая тянущая боль. Интенсивность ее пропорциональна количеству введенного вещества.

Американские исследователи  
пробовали вводить гистамин  
в толщу кожи. При этом возникала  
колющая острая, потом жгучая  
тянущая боль. Интенсивность ее  
пропорциональна количеству  
введенного вещества.

Таким образом, на первом  
этапе — болевом — достаточно  
ввести в кровь гистамина, чтобы  
вызвать мгновенную жгучую  
боль. Достаточно ввести  
противогистаминный препарат,  
как боль исчезнет. На втором  
этапе — аллергическом —

Немецкий фармаколог  
показал, что помимо гистамина  
есть и другие вещества, которые  
при введении вызывают острую  
боль. Так, например, адреналин,  
монобромасетон, хлорид  
монооксида азота и другие.

И вот что важно. Вещества  
эти способны подавлять  
активность клеток. Нервные  
ощущения являются по своей  
сущности химическими. В то же  
время химические вещества  
количественно, т. е. анаэробное  
окисление, не влияющие на  
пример натриевые соли  
хлоридов, даже при введении  
вызывают боль.

Флекенштейн предположил,  
что связано с подавлением  
активности и преобладанием  
процессов. Все, что повышает  
точность снабжения тканей  
действием, тепло и т. д. —  
потребность тканей в кислороде  
и кровотоке.



Американские исследователи Розенталь и Минард пробовали вводить растворы гистамина в конъюнктивальный мешок глаза. Если концентрация раствора была  $2 \times 10^{-5}$  г/мл, испытуемый ощущал легкое раздражение и чувство тепла. Раздражение усиливалось, особенно во внутреннем углу глаза, при накапывании раствора  $4 \times 10^{-5}$  г/мл. При введении раствора  $10^{-4}$  г/мл через несколько секунд возникала острая боль, а раствор  $10^{-3}$  г/мл вызывал мгновенную жгучую и колющую боль.

Таким образом, на первый взгляд все просто. Гистамин — болевое вещество, основной передатчик или медиатор боли. Достаточно разрушить его в крови и тканях или заблокировать рецепторы, чувствительные к гистамину, как боль исчезнет. На самом же деле все гораздо сложнее, чем казалось раньше и даже кажется сейчас сторонникам гистаминовой теории боли.

Немецкий фармаколог Флекенштейн в 1948—1950 гг. показал, что помимо гистамина существует немало веществ, которые при введении их в толщу кожи вызывают острую боль. Так, например, формальдегид, монохлорацетон, монобромацетон, хлористый калий, эфиры монобром- и монойодуксусной кислот, бромциан, акролеин, аллилгорчичная кислота и другие вещества, введенные даже в очень больших разведениях (1:400 000), могут вызвать нестерпимое болевое ощущение.

И вот что важно. Все они обладают неограниченной способностью подавлять окислительные процессы в эпителиальных клетках. Непосредственной причиной болевого ощущения является почти полное прекращение тканевого дыхания в коже, подвергшейся действию этих веществ. В то же время химические соединения, подавляющие гликолиз, т. е. анаэробное образование молочной кислоты, например натриевые соли тех же монобром- и монойодуксусной кислот, не влияющие непосредственно на тканевое дыхание, даже при введении в разведении 1:1000 не способны вызвать боль.

Флекенштейн предположил, что возникновение боли тесно связано с подавлением процессов усвоения, ассимиляции и преобладанием процессов распада (диссимиляции). Все, что повышает распад, застой в крови, — недостаточное снабжение тканей кислородом, механическое воздействие, тепло и т. д. — усиливает боль. Все, что снижает потребность тканей в кислороде, — покой, холод, усиление кровотока — уменьшает боль.



Однако исследования Флекенштейна не привели к окончательному решению вопроса. За последние годы наука о боли обогатилась новыми фактами, подчас совершенно неожиданными. Несомненный интерес в этом плане представляют работы английского фармаколога и терапевта Кила. Совместно со своей помощницей Армстронг он изучил действие самых различных химических веществ на возникновение болевого ощущения у человека.

Работы Кила, как и все исследования подобного рода, выполненные на человеке, имеют один общий недостаток. Люди всегда предельно субъективны в оценке болевого ощущения. Как указывает американский исследователь Бичер, не существует прямой зависимости между силой раздражения и субъективным восприятием боли. Человеку очень трудно быть объективным в ту минуту, когда он испытывает боль. Оценка зависит от многих причин, и, пожалуй, ни одна из них не поддается поэтому строгому статистическому анализу.

Ощущение боли всегда индивидуально. Наука не располагает закономерными внешними признаками, характеризующими боль. Нельзя составить пригодную на все случаи жизни шкалу болевых ощущений, основанную на бесспорных объективных проявлениях боли. Испытуемый сам должен определить интенсивность болевого чувства, сам поставить ему отметку.

Кил со своими сотрудниками разработал целую систему критериев болевого чувства. Испытуемый, в зависимости от болевого чувства, нажимает одну из расположенных перед ним клавиш: 0 — отсутствие боли, 1 — легкая боль, 2 — умеренная боль, 3 — сильная боль, 4 — очень сильная боль. При нажатии одной из клавиш соответствующая запись фиксируется на закопченном движущемся барабане.

В своих работах Кил использовал различные методы, вызывая боль химическими веществами. Наиболее интересные результаты дала предложенная им методика нанесения химических веществ на дно кантаридинового<sup>1</sup> пузыря. Кожа предплечья обрабатывается кантаридиновым пластырем. Через 24 часа образуется пузырь, наполненный жидкостью. Пленка пузыря осторожно срезается ножницами, а на обнаженный слой кожи (дно, основание

<sup>1</sup> Кантаридин — вещество, получаемое из испанских мушек, сильно раздражающее кожу.

Рис. 19. Исслед  
к х

На правой руке испы  
Левая рука находится

пузыря) наносится ис  
от интенсивности возн  
жимает соответствующ  
По окончании иссл  
физиологическим расте  
носят новое вещество.  
10—12 исследований. А  
50 определений. Разуме  
ет при этом латентный  
нием химического веще  
случаях, когда боль оч  
емый задерживает пале  
несколько раз. Для полу  
дования проводятся неск  
Среди испытанных К  
рес представляют меди  
рых в крови, как изме  
уменьшаться в зависимо  
ских и патологическ





Рис. 19. Исследование болевой чувствительности  
к химическим веществам

На правой руке испытуемого виден кантаридиновый пузырь.  
Левая рука находится на кнопке регистратора болевой чув-  
ствительности

пузыря) наносится испытуемое вещество. В зависимости от интенсивности возникшего ощущения испытуемый нажимает соответствующую клавишу (рис. 19).

По окончании исследования дно пузыря промывают физиологическим раствором и через несколько минут наносят новое вещество. В течение 2—3 часов проводится 10—12 исследований. А за двое суток можно проделать до 50 определений. Разумеется, экспериментатор регистрирует при этом латентный период, т. е. время между нанесением химического вещества и возникновением боли. В тех случаях, когда боль очень сильна и длительна, испытуемый задерживает палец на клавише или нажимает ее несколько раз. Для получения более точных данных исследования проводятся несколько раз и испытуемые подвергаются более или менее длительной тренировке.

Среди испытанных Килом веществ наибольший интерес представляют медиаторы и гормоны, содержание которых в крови, как известно, может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от различных физиологических и патологических условий.







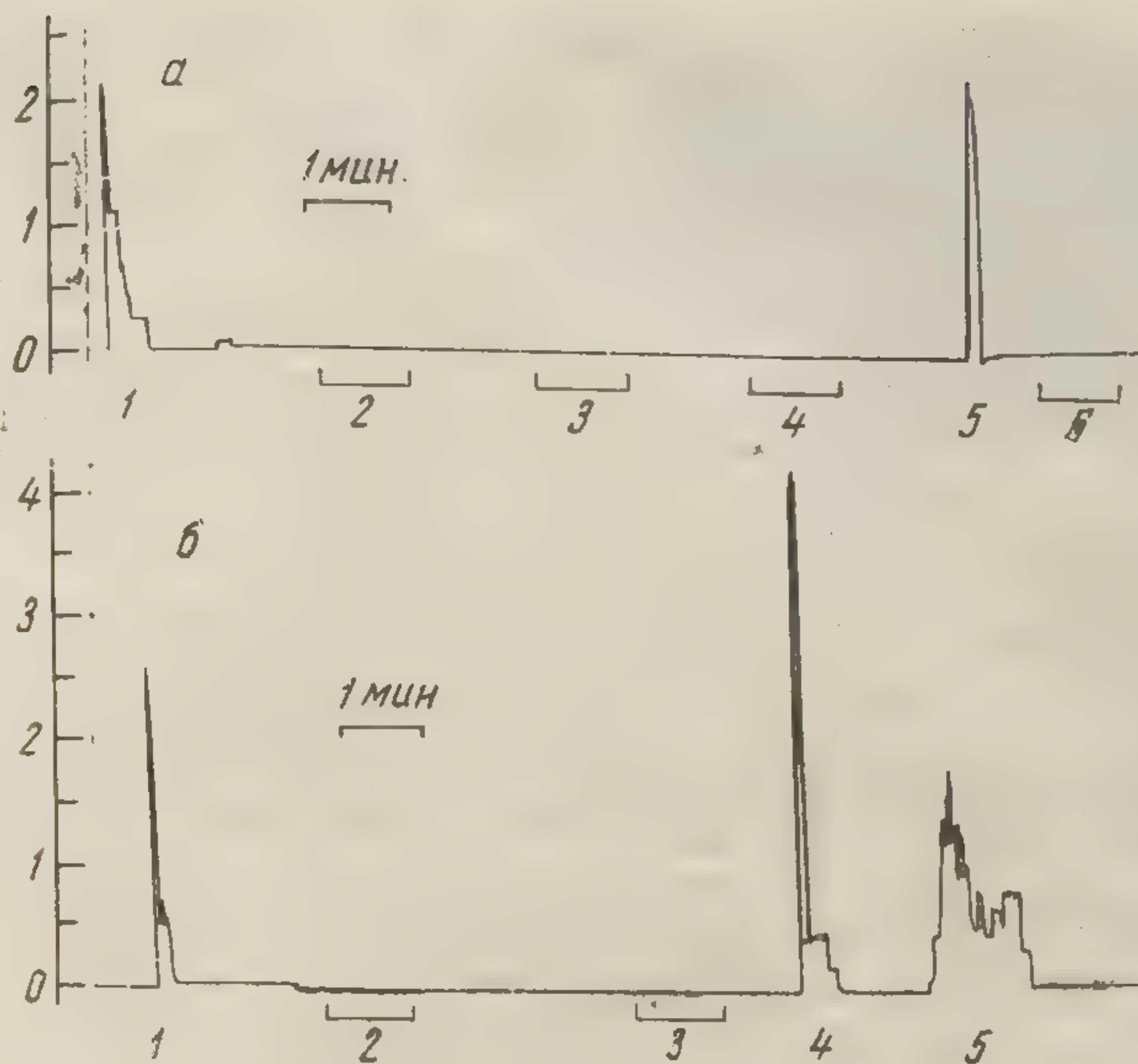


Рис. 21. Интенсивность болевого ощущения при нанесении на дно кантаридинового пузыря ацетилхолина, адреналина, норадреналина и серотонина

Вариант а: 1 — ацетилхолин в разведении  $2,5 \cdot 10^{-5}$ ; 2 — раствор Рингера; 3 — виннокаменнокислый адреналин в разведении  $10^{-4}$ ; 5 — виннокаменнокислый натрий в разведении  $10^{-3}$ ; 6 — адреналин в разведении  $10^{-4}$ ; 7 — виннокаменнокислый натрий

Вариант б: 1 — ацетилхолин  $2,5 \cdot 10^{-5}$ ; 2 — раствор Рингера; 3 — норадреналин  $10^{-4}$ ; 4 — норадреналин  $10^{-3}$ ; 5 — серотонин —  $2,5 \cdot 10^{-6}$

вызывает одновременное накопление в тканях ацетилхолина и гистамина.

Некоторые вещества, являющиеся антагонистами ацетилхолина (атропин, тубокурарин и др.), снимают его болевое действие.

Алгогенными свойствами обладают также и катехоламины, например адреналин и норадреналин. При нанесении раствора этих веществ на дно кантаридинового пузыря возникает острая боль (рис. 21). Наши исследования показали, что при сильных болях содержание катехоламинов в крови увеличивается.

Уже давно известно, что боль приводит к усилению деятельности мозгового слоя надпочечников, что ведет к



повышению уровня адреналина в крови. Но при болях в крови наряду с адреналином растет и содержание норадреналина. Возбужденная симпатическая нервная система отдает в кровь неиспользованные продукты своего обмена, в первую очередь медиатор-норадреналин.

В нашей лаборатории было установлено, что у больных с инфарктом миокарда при выраженных болях в моче во много раз увеличивается содержание адреналина и норадреналина. В то же время при инфарктах, не сопровождающихся болями, количество адреналина и норадреналина в моче не выше, чем у здоровых людей.

Содержание катехоламинов в крови и моче увеличивается при воспалениях седалищного и тройничного нервов, при мышечных болях, кишечных и почечных коликах, словом, при всех заболеваниях, сопровождающихся болями. Мы отметили еще один интересный факт. При односторонних болях, например при воспалении правого или левого седалищного нерва, поражениях одного плечевого сплетения, воспалении одиночного сустава, кровь, взятая из вены «болевогой» стороны, содержит больше катехоламинов, чем кровь, полученная из вены «здоровой» стороны. Особенно много в крови «болевогой» стороны симпатического медиатора — норадреналина.

Если исследовать мочу больного с тяжелыми болями, в ней можно обнаружить не только большие количества адреналина и норадреналина. Она содержит также различные продукты превращения катехоламинов в организме, например ванилил-миндальную кислоту. Все это говорит о том, что катехоламины активно участвуют в возникновении или поддержании болевых ощущений.

Интересно отметить, что при болевом синдроме в крови увеличивается содержание меди. По-видимому, это связано с повышением тонуса симпатической нервной системы. Кроме того, медь входит в состав многих ферментов, регулирующих деятельность эндокринных желез.

Выраженными болевотворными действиями обладает и серотонин (5-окситриптан). При нанесении его на дно кантаридинового пузыря в разведении  $2,5 \times 10^{-6}$  г/мл возникает отчетливое болевое ощущение. (Болевотворное действие серотонина очень напоминает эффект, вызванный человеческой сывороткой.)

Изучению роли серотонина в возникновении и снятии боли было уделено немало внимания. Оказалось, что серо-

тания при введении его  
успешно в других  
значения при изменении  
Французские физиологи  
крысами, при введении  
дражированных электрически  
ий настораживающих, п  
«осмысленной» попытки  
укрепленные на хвосте  
к выводу, что серотонин  
вом поведении. В зависи  
животное при болевом  
Почти полное исчезно  
после предварительного  
ряет болевые реакции  
дов. Подобное поведени  
ским».

Напротив, увеличен  
что нетрудно осуществ  
серотонина триптофан  
щую в мозг через гем  
ет крик, но полностью  
Животное, мозг котор  
ет электродов и не де  
этого явления сложны  
работы. Но полученн  
принимает определен  
левое поведение во  
мозгу.

Продолжая свои  
ружили огромное ч  
нанесении их на осн  
установлено, что бс  
ты, соли (особенно  
химические и биоло  
Конечно, у чита  
ацетилхолин, гиста  
гие биологические  
цессе обмена веще  
жидкости, не вызы  
что все эти веществ



тонин при введении его в организм может в одних случаях усиливать, в других ослаблять боль. Особенно велико его значение при эмоциональных болевых реакциях.

Французские физиологи Херольд и Кан, работавшие с крысами, при введении серотонина и последующем раздражении электрическим током отмечали усиление реакций настораживания, прыжка, бегства, крика и конечной «осмысленной» попытки укунуть или сорвать электроды, укрепленные на хвосте животного (стр. 222). Они пришли к выводу, что серотонин играет существенную роль в болевом поведении. В зависимости от количества его в мозгу животное при болевом раздражении ведет себя различно. Почти полное исчезновение серотонина из мозга крыс после предварительного введения резерпина резко обостряет болевые реакции, усиливает крик, кусание электродов. Подобное поведение принято называть «гипералгическим».

Напротив, увеличение содержания серотонина в мозгу, что нетрудно осуществить, вводя крысе предшественник серотонина триптофан — аминокислоту, легко проникающую в мозг через гемато-энцефалический барьер, усиливает крик, но полностью снимает «осмысленную» реакцию. Животное, мозг которого насыщен серотином, не кусает электродов и не делает попыток их сорвать. Механизмы этого явления сложны и не во всем понятны даже авторам работы. Но полученные данные показывают, что серотонин принимает определенное участие в восприятии боли и болевое поведение во многом зависит от его содержания в мозгу.

\* \* \*

Продолжая свои исследования, Кил и Армстронг обнаружили огромное число веществ, вызывающих боль при нанесении их на основание кантаридинового пузыря. Было установлено, что боль способны вызывать щелочи, кислоты, соли (особенно калия и кальция), сапонины и другие химические и биологические вещества (рис. 22 и 23).

Конечно, у читателя сразу возникает вопрос: почему ацетилхолин, гистамин, катехоламины, серотонин и другие биологические вещества, непрерывно образуясь в процессе обмена веществ, накапливаясь в крови и тканевой жидкости, не вызывают постоянной боли? Надо полагать, что все эти вещества никогда не приходят в соприкосно-



вание с химиорецепторами в столь высоких концентрациях, как в экспериментах. К тому же они нередко взаимно нейтрализуют друг друга. По крайней мере это имеет место в здоровом организме, в условиях его нормального существования. В то же время при некоторых заболеваниях различные биологически активные вещества готовят почву для возникновения болевого ощущения. Это относится в первую очередь к катехоламинам, которые, изменяя кровообращение, способствуют усилению действия болетворных продуктов обмена.

В отдельных случаях боль могут вызывать жидкости, образующиеся в организме при различных заболеваниях. Так, например, воспалительные экссудаты (плевральная жидкость, суставной выпот при подагрическом или ревматическом артрите) содержат вещества, вызывающие боль.

Плазма крови не вызывает боли, если нанести ее на основание кантаридинового пузыря. Но, если эту плазму в течение трех — пяти минут подержать в стеклянной пробирке и затем накапать на дно пузыря, возникает острая, подчас невыносимая боль. Очевидно, в плазме после соприкосновения со стеклом появились какие-то вещества, обладающие болетворными свойствами.

Изменим условия опыта. Нальем свежеполученную плазму в пробирку, покрытую тонким слоем силикона — химического вещества, препятствующего смачиванию. При этом плазма не может прийти к соприкосновению со стеклом и болетворные вещества в ней не образуются.

Итак, мы столкнулись с новым явлением. Простое соприкосновение плазмы крови со стеклом приводит к появлению в ней особых веществ, способных вызывать боль. Таким образом, общепризнанный болевой медиатор — гистамин потерял свою монополию. Открыта группа весьма активных химических болетворных соединений, получивших общее название кининов. В настоящее время кининам придают исключительно важное значение в происхождении болевого ощущения. Учение о медиаторах боли обогатилось не только новыми экспериментальными фактами, но и чрезвычайно важными теоретическими соображениями.

Наши представления о болетворном действии гистамина потребовали пересмотра. Во всяком случае, он оказался не единственным и даже не главным медиатором боли.

Рис. 22. Интенсивность болевых ощущений при нанесении на дно кантаридинового пузыря плазмы, постоявшей 5 мин. в стеклянной пробирке (1), свежей плазмы (2), плазмы, постоявшей 5 мин. в стеклянной пробирке (3)

Кинины — сложные полипептиды, называемые просто местными гормонами, связанным с проблемой брадикинина, калдезинина, известного под названием калдезина. Они обладают чрезвычайной активностью в организме. Они ускоряют скорость кровотока, особенно важно, вызывают высвобождение химиорецепторами.

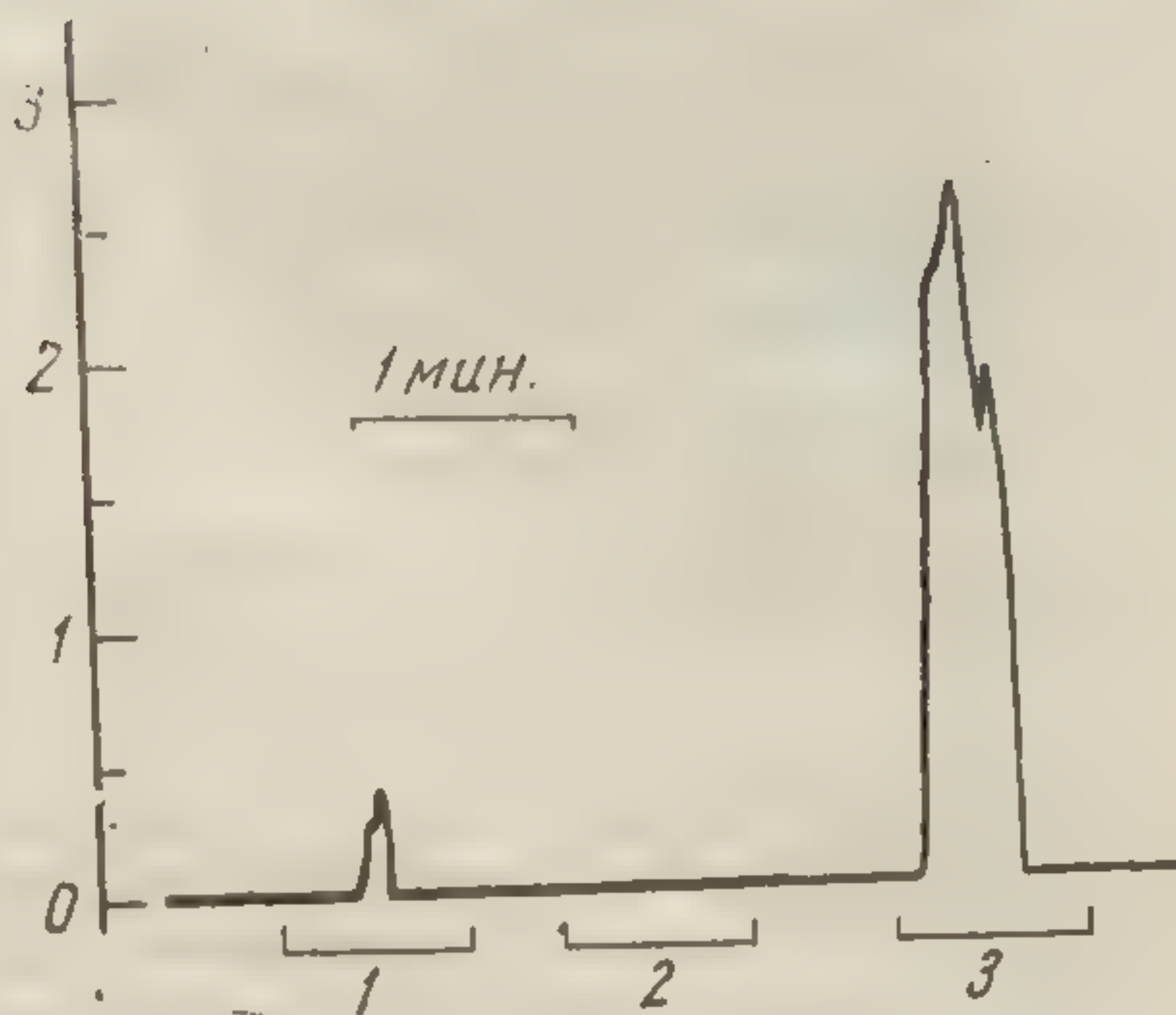
Вещества эти образуются в печени, особенно в печени скорпионов. Они участвуют в свертывании крови, в образовании экссудатов и в других процессах. В крови они — кининогены. В тканях — калликреиновы. В нормальных условиях они разрушаются.

Наибольший интерес представляет брадикинин. Это вещество входит в состав которого в плазме крови — каллидин (состоит из фенилаланина, пролина, глицина, аспарагина, гистидина). В моче каллидин выделяется в виде брадикинина, влияющего на сосуды.



Рис. 22. Интенсивность болев-  
ного ощущения при нанесе-

нии на дно кантаридинового  
пузыря плазмы, постоявшей  
75 мин. в стеклянной пробир-  
ке (1), свежей плазмы (2),  
плазмы, постоявшей 5 мин.  
в стеклянной пробирке (3)



Кинины — сложные белковоподобные соединения — полипептиды, называемые иногда кинин-гормонами или просто местными гормонами. К кининам, непосредственно связанным с проблемой боли, относятся в первую очередь брадикинин, каллидин, а также энтеротоксин, известный под названием субстанции Р. Кинины обладают чрезвычайно сильным действием на животный организм. Они расширяют сосуды, увеличивают скорость кровотока, снижают кровяное давление и, что особенно важно, вызывают боль при соприкосновении с хеморецепторами.

Вещества эти обнаруживаются в ядах некоторых змей, пчел, ос, скорпионов. Они образуются в плазме в процессе свертывания крови, содержатся в коже, железах, воспалительных экссудатах и т. д. Происхождение кининов довольно сложное. В крови содержатся предшественники кининов — кининогены. Под влиянием специфических ферментов — калликреинов — кининогены превращаются в кинины. В нормальных физиологических условиях кинины быстро разрушаются особыми ферментами — кининазами.

Наибольший интерес для проблемы боли представляет брадикинин. Это пептид, т. е. девятичленный пептид, в состав которого входят пять аминокислот: серин, глицин, фенилаланин, пролин и аргинин. Содержание брадикинина в плазме крови ничтожно. Другой болевый кинин — каллидин — состоит из десяти аминокислот (это декапептид). В моче каллидин отсутствует, так как быстро превращается в брадикинин. Брадикинин оказывает сильное влияние на сосудистую систему. В этом отношении он во-



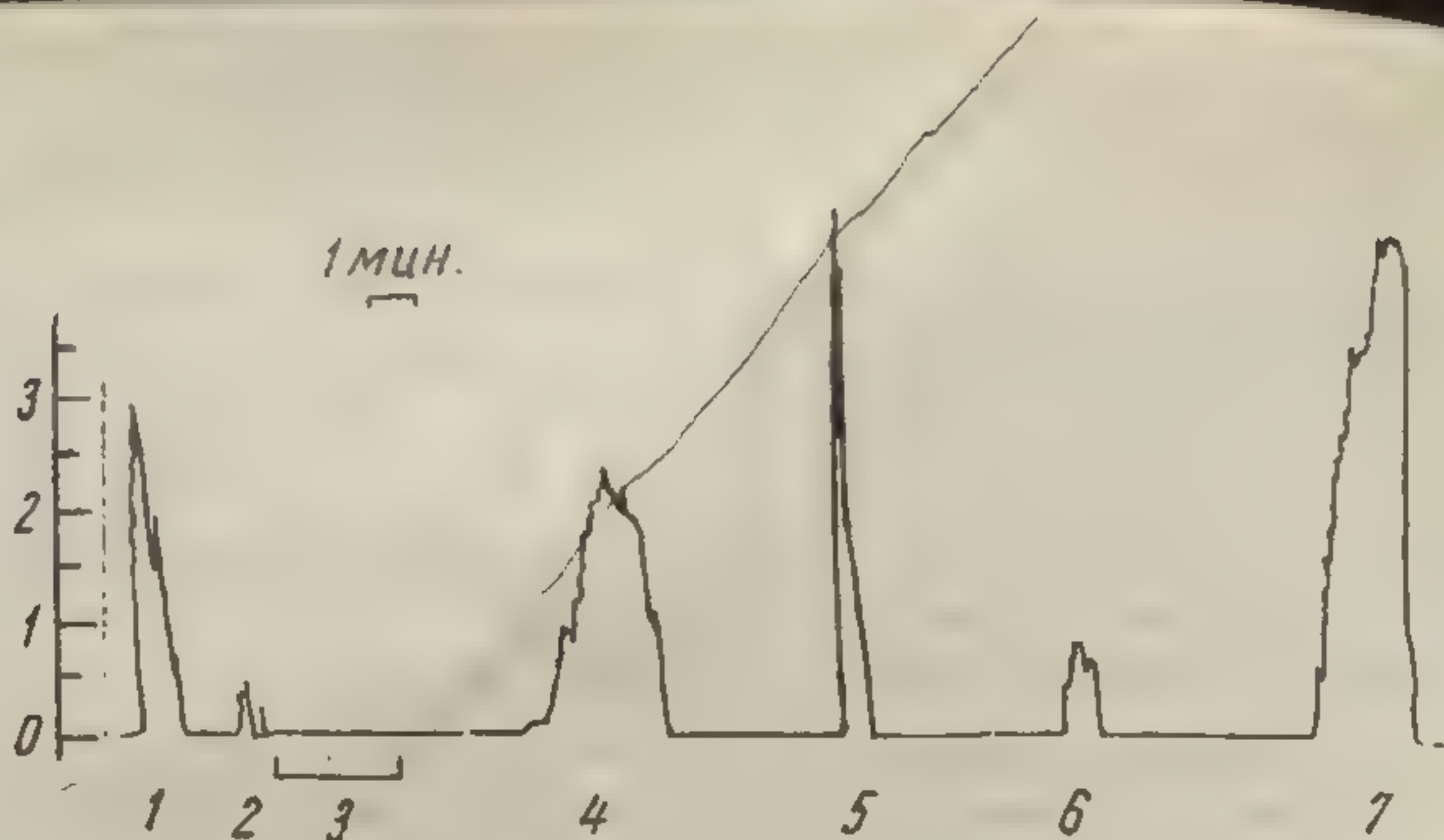


Рис. 23. Интенсивность болевого ощущения при нанесении различных биологически активных веществ на дно кантаридинового пузыря

1 — ацетилхолина  $10^{-4}$ , 2 — ацетилхолина  $5 \cdot 10^{-5}$ , 3 — свежей плазмы, 4 — плазмы, постоявшей 4 мин. ■ стеклянной пробирке, 5 — ацетилхолина  $10^{-3}$ , 6 — серотонина  $10^{-6}$ , 7 — брадикинина  $10^{-5}$

много раз активнее гистамина. Как и гистамин, брадикинин резко повышает проницаемость сосудов. Если ввести его в толщу кожи, почти сразу возникает выраженный отек. Среди всех известных сосудорасширяющих веществ брадикинин наиболее мощный. Но особенно сильно действует он на болевые рецепторы. Достаточно ввести в сонную артерию 0,5 мкг брадикинина, чтобы вызвать сильнейшую боль сначала в области щитовидной железы, затем в челюстях, висках ■ наружном ухе. Как правило, особо острую боль испытывает человек, если ему вводят брадикинин в артерию. Введение ■ вену не столь эффективно: боль в этих случаях не так сильна и длится недолго. Мучительные боли возникают при образовании брадикинина и каллидина ■ воспалительных очагах. По-видимому, боль, которую мы испытываем при различных видах воспаления, связана с образованием кининов. Раствор химически чистого брадикинина вызывает сильнейшее болевое ощущение при нанесении его на основание кантаридинового пузыря ■ разведении  $10^{-7}$ — $10^{-6}$  г/мл.

Если ввести брадикинин собаке в артерию, она начинает биться в лямках, стремится вырваться из рук экспериментатора, укусить его; животное кричит, извивается, стонет. Кровяное давление при этом повышается, дыхание учащается. Американский ученый Лим на Международном съезде физиологов в Токио в 1965 г. демонстрировал фильм, в котором было показано действие брадикинина при введе-



нии его в артерию собаки. Все присутствовавшие в демонстрационном зале имели возможность наблюдать, какую мучительную боль испытывает при этом животное.

Внутрикожное введение брадикинина человеку также является причиной жгучей боли, которая наступает через две-три секунды после инъекции. Мы уже говорили о том, что плазма крови, постоявшая пять минут в стеклянной пробирке, при нанесении ее на дно кантаридинового пузыря вызывает сильную боль. Боль это вызвана брадикинином, образовавшимся при соприкосновении плазмы со стеклом. Но плазма, находившаяся в той же пробирке примерно полтора часа, уже боли не вызывает: кинины разрушились под влиянием ферментов — кининаз (рис. 22, 1).

Образование и распад кининов в человеческом организме тесным образом связаны с системой свертывания крови. Кининогены, предшественники кининов — белки, образующиеся в печени, можно выделить из крови и тканей человека, а также всех видов животных, за исключением птиц. В плазме крови они содержатся в альфа-2-глобулиновой фракции. Под влиянием фермента калликреина кининогены превращаются в кинины. Однако активный калликреин в крови отсутствует. В плазме он находится в неактивной форме (калликреиноген), которая превращается в калликреин под влиянием одного из многочисленных факторов (фактора Хагемана), участвующего в сложном процессе свертывания крови.

Калликреиноген, по-видимому, образуется также в печени. Во всяком случае у лиц, страдающих болезнями печени, содержание его в плазме значительно снижено. При контакте со стеклом или некоторыми другими веществами (например, каолином) фактор Хагемана активируется и способствует превращению калликреиногена в калликреин. У животных, у которых фактор Хагемана отсутствует (например, у собаки), кинины при соприкосновении плазмы со стеклом не образуются.

Все это говорит о том, что кинины (брадикинин, каллидин и некоторые другие полипептиды) — вещества, вызывающие боль (PPS = pain promoting substances), начинают свою жизнь в организме в ту минуту, когда звучит первый звонок, возвещающий о мобилизации свертывающей системы крови в сосудах или тканевых очагах, подвергшихся травме, удару, порезу, ожогу и т. д. Но образование их связано не только с системой свертывания крови, но и



с процессами ее разворачивания, т. е. растворения образовавшихся сгустков фибрина. Фермент, растворяющий фибрин, — плазмин также принимает участие в образовании кининов, активируя калликреиноген и превращая его в калликреин.

Почти тотчас же, когда целостность тканей нарушается и кровь приходит в соприкосновение с участком, где только что произошла тканевая катастрофа (в одних случаях ограниченная, в других обширная), начинается цепная реакция мобилизации кининообразующих факторов. Она протекает медленно, исподволь. Максимальное количество кининов обнаруживается лишь через 15—30 минут. И постепенно, по мере изменения химизма тканей, начинает усиливаться болевое ощущение. Требуется какое-то время для того, чтобы оно достигло вершины.

Английский ученый Люис показал, что воспаление, сопровождающееся болью, проходит в своем развитии две стадии. В первой накапливаются гистамин, серотонин, частично ацетилхолин, во второй — кинины. При этом гистамин способствует активированию кининовой системы. Гистаминовая боль как бы переходит в кининовую. Эстафета переходит от одного аллогенного вещества к другому. Боль порождает боль.

Разумеется, организм не беззащитен перед грозным натиском кининов. Существует немало средств защиты, подавляющих, нейтрализующих, компенсирующих их действие. Так, из печени и околоушной железы быка удалось выделить препарат, разрушающий калликреин и, следовательно, препятствующий превращению кининогенов в кинины. Препарат этот, выпущенный в продажу под названием тразилола, нередко значительно смягчает тяжелые болевые ощущения, улучшает состояние больных и даже уменьшает число смертных случаев от шоков, вызванных нестерпимыми болями. Некоторые авторы утверждают, что различные противоревматические препараты — фенилбутазон, 2; 6-дигидробензойная кислота, аспирин, салициловый натрий — препятствуют превращению кининогенов в кинины.

Но каково же значение кининов в возникновении болевого синдрома при некоторых заболеваниях, причины которых подчас не могут разгадать самые опытные врачи?

Начнем с того, что брадикинин вызывает боль в разведении  $10^{-7}$  г/мл. Это соответствует 100 нонаграммам, т. е.



1/10 000 000 г. При некоторых воспалительных процессах в суставах заполняющая их жидкость содержит в среднем 50 нонаграммов брадикинина в 1 мл. По мере увеличения количества брадикинина или каллидина в суставной жидкости боль при ревматических поражениях становится все более и более интенсивной. Чем больше кининов, тем мучительнее боль. И это относится не только к суставам, а по существу ко всем органам и тканям нашего тела.

Казалось бы, достаточно нейтрализовать кинины и боль прекратится. Но, увы, болевые вещества в организме не исчерпываются ни гистамином, ни серотонином, ни кининами. Природа изобретательна. Для нее боль — средство самозащиты, линия обороны, сигнал опасности, во многих случаях предупреждение о роковом исходе. И природа не ограничивается двумя или тремя механизмами болевой сигнализации. Оборона должна быть надежной. Пусть лучше избыток, чем недостаток физиологических мер защиты.

Большое значение для возникновения боли имеет открытое в 1931 г. шведскими учеными Эйлером и Геддэмом особое вещество, содержащееся в кишечнике и мозгу и названное с у б с т а н ц и е й *P*. По своему строению оно также принадлежит к полипептидам и состоит из нескольких аминокислот: лизина, аспарагиновой и глютаминовой кислот, алланина, лейцина и изолейцина. Оно близко к брадикинину, но по ряду химических свойств отличается от него.

Субстанция *P* может быть выделена из всего желудочно-кишечного тракта. Но особенно богаты ею все отделы центральной нервной системы и задних (чувствительных) корешков спинного мозга. Меньше ее в передних корешках и периферических нервах.

При нанесении субстанции *P* на основание кантаридинового пузыря в дозе  $10^{-4}$  г/мл возникает сильная боль. Особенно мучительный характер приобретает она при испытании очищенных препаратов.

Существует немало и других полипептидов, вызывающих боль. К ним относится ангиотензин — вещество, образующееся при действии гормона почек (ренина) на глобулины плазмы. Болевые свойства ангиотензина слабее, чем брадикинина. Но, как известно, основное действие ангиотензина — повышение кровяного давления. Гормоны гипофиза — окситоцин и вазопрессин



также вызывают боль в очень больших разведениях. Из воспалительных экссудатов было выделено болевое начало, получившее название лейкотоксина. К нему близко другое вещество — некрозин, также обладающее аллогенными свойствами при введении в толщу кожи.

Этот беглый перечень болевых соединений, образующихся в организме, далеко не полон. В процессе метаболизма, особенно нарушенного (патологического), возникают самые различные химические соединения, способные вызвать боль. Опыт показывает, что особенно сильные боли испытывает больной в тех случаях, когда химические вещества попадают в брюшную полость. Гной, желчь, содержимое желудка и кишечника, моча, каловые массы, соприкасаясь с химиорецепторами брюшины, вызывают тяжкие боли в области живота и диафрагмы. Этим-то и объясняются внезапные, буквально невыносимые, как бы прокалывающие насквозь боли, когда содержимое желудка или кишечника (например, при прободении язвы, разрыве желчного пузыря, перфоративном аппендиците) заливают брюшную полость. Боли эти нередко кончаются шоком, остановкой сердечной деятельности и внезапной смертью.

При прободении язвы желудка в брюшину изливается большое количество соляной кислоты. Это тоже может вызвать болевой шок. Такие же болевые ощущения возникают при разрыве мочевого пузыря, когда насыщенный солями раствор мочи проникает в полость живота.

И желудочный сок, и моча, нанесенные на основание кантаридинового пузыря, вызывают мучительную боль. По шкале Кила она получает высший балл.

Но разнообразие болевых веществ вовсе не ограничивается метаболитами, образующимися в самом организме. Каждый из нас испытывал боль при инъекции лекарственных веществ в кожу, мышцу, даже в вену. Мы вскрикиваем от боли, когда нас кусает оса, пчела или жалит змея. Нам больно, если нас обжигает крапива.

Болевые вещества содержатся в ядовитых и неядовитых выделениях насекомых, земноводных, рыб, а между тем — это хорошо изученные химические соединения типа ацетилхолина, гистамина, серотонина. Во многих случаях мы испытываем боль, потому что различные ферменты, проникающие в наш организм при укусе, способствуют образованию кининов или других болевых химических соединений. Это оксидазы, липазы, дегидразы, нару-



нающие тканевое дыхание. Такими же свойствами обладают токсины, напоминающие бактериальные, и вещества, подавляющие действие ферментов, или яды, парализующие нервную систему.

Пчелиный яд содержит не только свободный гистамин в довольно высокой концентрации, но и вещества, освобождающие связанный гистамин в пораженной ткани жертвы. Под влиянием яда сосуды расширяются, проницаемость их повышается, образуется отек. Немецкие биохимики Нейман и Габерманн выделили из пчелиного яда две белковые фракции, способные вызвать боль. По-видимому, они действуют на свободные нервные окончания и вызывают характерную для укуса пчелы боль.

Осиный яд содержит не только гистамин, но и серотонин, а также сходное с брадикинином вещество, получившее название «осинового кинина». Оно способно вызвать острую жгучую боль, но не является ни брадикинином, ни каллидином. Огромное количество ацетилхолина содержит яд шершня. В нем же обнаруживаются серотонин, гистамин, а также кинин, отличающийся по своим болевому свойствам от осинового.

Интересно отметить, что змеиные яды, в особенности яд кобры, гадюки и некоторых других ядовитых змей, не содержат ацетилхолина, серотонина или гистамина. Змеиный укус вызывает мгновенную боль благодаря большому количеству калия и высокому содержанию в нем освободителей гистамина из тканей жертвы. Но основное болевое действие змеиного яда связано с наличием в нем ферментов, реализующих образование кининов из кининогенов в тканях укушенного.

Раздражающее и жгучее действие крапивы также зависит от содержащихся в ней гистамина, серотонина и некоторых других, пока еще мало изученных веществ, способствующих освобождению гистамина от связанной формы.

\* \* \*

Теперь можно подвести некоторые итоги. Успехи физики, био- и патохимии не только позволили нам заглянуть в новую, недавно еще загадочную и непонятную область, но и открыли перед врачами такие возможности в борьбе с болью, о которых они даже не смели мечтать.



Доказано, что рецепторы — передовые форпосты наших ощущений сигнализируют о нарушениях целостности живых систем не только при физических раздражениях нервных окончаний, но и под влиянием накопившихся в клетках и тканях веществ, способных принести им вред.

В этих случаях роль болевых воспринимающих приборов играют химиорецепторы. Американский физиолог Лим считает, что, располагаясь вокруг сосудов, они образуют две «линии предостережения» в системе оборонных мероприятий организма. Одна — поверхностная, кожная, составляет единую систему с тактильными и термическими механизмами сигнализации. Она вступает в действие при повреждениях и нарушениях наружных покровов тела. Другая — глубокая, висцеральная, мобилизующаяся в случаях воспаления, инфекции, расстройства кровоснабжения и т. д.

На этом примере еще раз подтверждается тесное единство нервных и гуморальных регуляторных механизмов и мы еще глубже постигаем взаимопроникновение и взаимообусловленность физической и химической информации и регуляции в жизнедеятельности организма на молекулярном, клеточном и органном уровнях.

Несколько странно, что до сих пор совершенно недостаточно учитывалась зависимость между дыханием тканей и болевым ощущением. Известно, что сильнейшие боли возникают при закупорке сосудов, резком малокровии тканей, сужении венечных артерий, мышечных болях, обусловленных нарушением кровоснабжения мышц, т. е. во всех случаях, когда дезорганизуется доставка кислорода в ткани и тем самым подавляется тканевое дыхание.

Наш соотечественник В. Ф. Чиж более 60 лет назад говорил, что боль есть первая реакция по отношению к ядам, отнимающим кислород. Он справедливо считал, что нервные клетки отвечают болевой реакцией на кислородное голодание.

Незадолго до своей смерти советский биохимик С. Д. Балаховский высказал предположение, что нарушение окислительных процессов в тканях возникает под влиянием гистамина. Как и многие другие вещества, гистамин угнетает некоторые окислительные ферменты типа дегидраз и благодаря этому нарушает тканевое дыхание. Следовательно, участие гистамина в возникновении болевого ощущения не прямое, а косвенное, осуществляемое через

свою систему тканевую. Однако вряд ли это правильно. Мы уже знаем, что гистамин занимает в нормальной физиологии роль, возникающей в ответ на различные химические раздражители. Он участвует в регуляции кровоснабжения, в передаче информации в нервную систему, в возникновении болевых ощущений, нарушении взаимоотношений между различными физиологическими системами и в других процессах.

В основе разных и еще раз необходимых имеет столь важная система, что о каждой ее части необходимо

Каналы и механизмы переключаются, но все же: болевое ощущение — это комплекс боли, часто вызываемый сокращением мускулатуры. Не все известно, что образные сокращения, кроме того, в основе субстанции Р. Она действует на нервную систему, передавая сигналы болевых сигналов, передающих коду и воспринимая боли. В некоторых тканях других же ту же сигналы, передавая состав тканевой среды: рН сдвигается вследствие накопления



сложную систему тканевых окислительных ферментов. Однако вряд ли это предположение спасает гистаминовую теорию боли. Мы уже знаем, что в организме образуется такое большое количество болевых веществ, что гистамин занимает среди них довольно скромное место. Эти вещества в нормальных условиях могут и не обладать болевыми действиями. Но при нарушении целостности тканей, возникновении воспалительных очагов, нарушении проницаемости сосудов, при обменных расстройствах и т. д. едва заметные химические перестройки ведут к возникновению мучительных болевых синдромов. Организм сигнализирует нервной системе о расстройствах химического благополучия, нарушениях гомеостаза, дисгармонии во взаимоотношениях между клетками, органами, тканями, физиологическими системами. Где-то в слаженном оркестре жизненных процессов зазвучала фальшивая нота.

В основе разных болей лежат разные причины. Еще и еще раз необходимо вспомнить, что болевое ощущение имеет столь важное значение для существования живой системы, что о каждом мало-мальски серьезном нарушении ее целостности необходима точная и безупречная информация.

Каналы и механизмы информации могут меняться и переключаться, но конечный результат всегда один и тот же: болевое ощущение. Известно, например, что источником боли часто бывает ткань гладкой, скелетной или сердечной мускулатуры. Причина боли здесь разгадана. Прежде всего известно, что гистамин способен вызывать коликообразные сокращения мускулатуры кишечника и матки. А кроме того, в основе мышечной боли лежит образование субстанции *P*. Она подавляет дыхание тканей, и по нервным волокнам начинают поступать в центральную нервную систему сигналы, сходные с импульсами, вызванными сильными болевыми раздражениями. По-видимому, эти сигналы передаются по одному и тому же «телеграфному» коду и воспринимаются нашим сознанием как ощущение боли. В некоторых случаях образование или накопление в тканях других болевых веществ приводит в действие ту же систему сигнализации. Одинаковый код, сходная сигнализация — и снова ощущение боли.

Может быть и иначе. В силу тех или иных причин состав тканевой жидкости в определенном органе изменяется: pH сдвигается в кислую или щелочную сторону вследствие накопления продуктов нарушенного метаболиз-



ма, сосуды в одних случаях расширяются, в других резко суживаются, проницаемость их изменяется. Все это в одинаковой степени может вызвать болевое ощущение. Нарушается регуляция сосудистого тонуса, возникает хаотическая игра капилляров, перестают действовать барьерные механизмы. Снабжение тканей кислородом ухудшается, неизбежно нарастает боль.

Совершенно естественно, что обмен веществ в пораженном органе расстраивается. Появляются новые ферменты, освобождаются из связанной формы различные биологически активные вещества. Из тканевых депо начинают поступать гистамин, серотонин, ацетилхолин. Выходят из строя механизмы, способные нейтрализовать избыточные количества этих высокоактивных химических соединений. Повышенная проницаемость сосудов, сильнее выраженная в воспалительных очагах, способствует поступлению в ткани больших количеств электролитов, особенно калия (болетворное действие которого хорошо изучено), натрия, кальция; перестраивается их соотношение в тканевой жидкости.

Первичное болевое ощущение, начало которому положило какое-то сильное, выходящее за границы физиологии воздействие на ткань или орган, растет, подобно снежной лавине. Возникает спастическое сокращение мышц, что в свою очередь способствует усилению боли. Расстраивается удивительная гармония физиологических и биохимических процессов, создается тот порочный круг, который, подобно змее, кусающей свой собственный хвост, уже не имеет ни начала, ни конца. Боль начинает превращаться в страдание, которое еще более дезорганизует интимные внутриклеточные и внутритканевые взаимоотношения. Патологические процессы ничем не уравниваются, никак не компенсируются. Образуются, но не разрушаются чуждые организму продукты извращенного обмена, боль рождает новую боль...

А теперь вернемся к тому, что было сказано в начале этой главы.

Какое же значение в развитии и становлении болевого ощущения имеют болетворные вещества? Накопление ацетилхолина, серотонина и гистамина при боли является бесспорно явлением не первичного, а вторичного характера, усиливающим, сохраняющим и поддерживающим болевое ощущение. В сложном, многообразном и пока еще полно-



стью не расшифрованном болевом процессе все эти биологически активные вещества принимают определенное участие. Но ошибочно каждому из них приписывать самостоятельную роль в возникновении боли и каждый из них считать передатчиком боли.

При любой травме, любом нарушении целостности тканей могут образовываться различные продукты метаболизма, обычно отсутствующие в норме, многочисленные недоокисленные химические соединения, в том числе и болевые. Перед нами прошла целая серия веществ, каждое из которых может быть причиной боли. Ни одно из них не может быть отброшено и ни одному из них нельзя отдать монопольное право быть единственным в организме веществом, вызывающим боль. Быть может, и характерные особенности испытываемой боли, для которой человеческий язык придумал сотни определений, обусловлены бесконечным сочетанием болевых веществ, теми болевыми тонами и обертонами, которые мы пока еще не умеем разделить друг от друга. Поэтому-то и лечение болевого синдрома, снятие боли требуют от врача в каждом отдельном случае ювелирно тонкого анализа. В одних случаях на помощь приходят противогистаминные препараты, способные погасить боль, вызываемую гистамином, в других боль снимается атропином, диазилом, метацином — так называемыми холинолитическими веществами, закрывающими дорогу ацетилхолину, в третьих случаях облегчение приносят эрготамин, дибенамин, аминазин — вещества симпатолитического ряда, препятствующие действию катехоламинов.

Врач должен уметь разобраться в хаосе химических процессов, вызывающих боль. Нужно уметь найти причину боли, т. е. начало начал, первое звено в цепи болевых ощущений. По нему-то и следует вести прицельный огонь. И самая большая ошибка — стремление загасить предостерегающие огни и вывести из строя механизмы, которые организм мобилизует, защищая нас от боли. Наука на современном уровне знаний не всегда может выделить первичный патологический процесс из суммы компенсаторных «физиологических мер защиты». Это не ее вина, а пока еще беда, будем надеяться, поправимая.



## Формирование болевого ощущения

Различны и многообразны причины, вызывающие боль. Разными путями поступает в центральную нервную систему болевая информация. Природа обеспечила организму максимальную надежность болевой системы. Линия передачи импульса боли необычайно сложна и проходит целую сеть промежуточных станций и подстанций, сортирующих и перерабатывающих поступающие сигналы. Формирование болевого ощущения начинается в рецепторах и заканчивается в нейронах коры головного мозга.

Мы уже видели, что помимо нервных существуют гуморальные и химические механизмы боли. Образование и накопление болевых веществ в тканевой жидкости, окружающей рецептор, одна из начальных стадий, предшествующих болевому ощущению. Наше сознание воспринимает его комплексно и расценивает как единое, не поддающееся расщеплению целостное чувство. Кора головного мозга интегрирует, т. е. объединяет, многочисленные сигналы о физиологических и биохимических процессах, совершающихся в организме и вызывающих в своей совокупности боль. Процессы эти можно проанализировать и разложить на составные элементы. Анализ их труден, синтез еще труднее. Но все же попробуем разобраться в цепи событий, совершающихся в организме, когда на него обрушивается сверхсильное, чрезмерное воздействие воспринимаемое нервной системой как болевое ощущение.

### Протопатическая и эпикритическая чувствительность

В начале нашего столетия английский невропатолог Гэд предположил, что болевые нервные волокна, идущие от кожи в центральную нервную систему, несут ощущения разного характера и оттенка.

Следует указать, что профессор медицины А. В. Вершгетт 27-летним студентом, что раздражение в первые секунды после укуса, лягушка сразу определенно сигнализирует лапки. Первый рефлекс прикосновения. Уже тогда он высказал раздражения передаются путям.

В течение ряда лет у своих многочисленных убежденных в сигнализации. Но бо-ко не всегда были з-во многих случаях т-терей заработка, пе-зой трудоспособност-умеет рассказать о-ным свидетелем тог-

Тогда Гэд решил. Он предложил хиру-нерв, расположен-плеча. Эта операц-Нерв был перереза-кой. Совершенно е-посылала по этому-нервную систему, л-на внешние раздра-ствительности. Опр-кожи перестал отве-ния от кожных ре-головного мозга бы-резанного нерва в-известно, лишена в-Постепенно, очен-я месяцев восстано-дельные сигналы,



Следует указать, что задолго до Гэда, еще в 1865 г., профессор медицинской химии и физики Казанского университета 27-летний Александр Яковлевич Данилевский в значительной степени предвосхитил его теорию. Изучая рефлекс на обезглавленной лягушке, Данилевский заметил, что раздражение кожи вызывает у нее два рефлекса. В первые секунды после накладывания ватки, смоченной кислотой, лягушка сгибает пальцы. Это быстрая, почти мгновенная сигнализация. Лишь во вторую очередь, через определенный промежуток времени, наступает подтягивание лапки. Первый рефлекс Данилевский назвал «рефлексом прикосновения», второй — «страстным рефлексом». Уже тогда он высказал предположение, что одни и те же раздражения передаются в нервную систему по разным путям.

В течение ряда лет Гэд изучал болевую чувствительность у своих многочисленных пациентов и все больше и больше убеждался в том, что существует двойная болевая сигнализация. Но больные, которых исследовал Гэд, далеко не всегда были заинтересованы в правильном диагнозе; во многих случаях такое исследование было связано с потерей заработка, переводом на другую работу, экспертизой трудоспособности и т. д. Наконец, далеко не каждый умеет рассказать о своих ощущениях, быть беспристрастным свидетелем того, что происходит в его организме.

Тогда Гэд решил поставить эксперимент на себе самом. Он предложил хирургам перерезать у него чувствительный нерв, расположенный на наружной поверхности предплечья. Эта операция была произведена 25 апреля 1903 г. Нерв был перерезан и тотчас же сшит тонкой шелковинкой. Совершенно естественно, что область кожи, которая посылала по этому нерву свои сигналы в центральную нервную систему, лишилась связи и перестала реагировать на внешние раздражения. Наступила потеря болевой чувствительности. Определенный, строго очерченный участок кожи перестал отвечать на раздражения. Передача ощущения от кожных рецепторов в нервные клетки спинного и головного мозга была блокирована... Между концами перерезанного нерва находилась шелковинка, которая, как известно, лишена возможности передавать раздражения.

Постепенно, очень медленно, в течение многих недель и месяцев восстанавливалась проводимость нерва. И отдельные сигналы, поступающие из рецепторов, начали



прорываться в центральную нервную систему, вызывая в ее клетках специфические болевые ощущения.

Через 8—10 недель после операции Гэд обнаружил совершенно своеобразное и довольно неожиданное явление. Легкий укол в недавно еще совсем безболезненную область стал вызывать у него чувство мучительной, почти невыносимой боли. Каждый раз, когда острие булавки касалось каких-либо особо чувствительных точек, Гэд не мог удержаться от крика. Он вскакивал, хватал за руку своего ассистента, дрожал всем телом и долго не мог прийти к себе от нестерпимой боли. В этом ощущении была одна совершенно непонятная особенность — его нельзя было локализовать, т. е. нельзя было точно установить, откуда оно идет, где расположена исходная болевая точка, откуда начинается и куда распространяется боль.

Жестокие боли возникали при легком уколе, при незначительном охлаждении и согревании определенных участков кожи. Это болевое ощущение, появляющееся при восстановлении проводимости в нерве, Гэд назвал «протопатической чувствительностью». Под этим названием мы понимаем в настоящее время первичную, основную, в достаточной мере грубую чувствительность. В ней нет тонкости и специфичности, она не различает отдельных раздражений, не дает точного, связанного с определенным участком восприятия. Она не локализована. Нервные волокна, по которым протопатическая чувствительность достигает центральной нервной системы, передают только грубые болевые раздражения, например уколы, щипки, резкие температурные колебания и т. д.

В процессе эволюции протопатическая чувствительность появилась на самых ранних стадиях развития животного организма. Это была примитивная, далеко не совершенная сигнализация, которой располагала природа много миллионов лет назад. При каждом механическом раздражении кожного покрова — ударе, ушибе, падении — из периферических рецепторов поступал в центральную нервную систему грозный болевой импульс. Он был сигналом опасности, признаком нарушенной целостности оболочки, в которую было заключено тело примитивного существа, впервые ощутившего боль.

Проходили века и тысячелетия. Совершенствовался животный организм. Возникали новые виды живых существ. И наряду с протопатической чувствительностью начал

развиваться другой вид  
так называемой чувствительности  
В опыте Гэда животное  
появляться только через  
нерва. К этому времени  
косновения, небольшие  
3—4°, незначительные  
ватным тампончиком. У  
да идет ощущение. У  
Гэд точно указывал. В  
ощущает боль, а где  
полное восстановление  
Если вдуматься в то  
она близко соприкасается  
ми о «двойной боли»  
ния, возникшие в дни  
могут быть отнесены к  
Советские физиологи  
вого человека оба вида  
друга. В то время  
сигнализирует о раз  
ческая несколько смя  
болевое ощущение, да  
локализацию. В тот м  
ются волокна, облада  
ческой чувствительнос  
резко отличающееся  
лизовано, т. е. прочно  
ло. Оно не носит рас  
ощущается до тех п  
только кончилось раз  
В настоящее время  
импульсы, поступающ  
принимающих прикос  
ство боли. Если у кош  
ющие в центральную н  
ния и давления, живот  
кошки. Раздражение о  
болевое ощущение. То  
хвосту и попытке сд  
мета. Иначе ведет  
перерезке нервных пу



развиваться другой вид, более тонкой чувствительности, так называемой чувствительности эпикритической.

В опыте Гэда эпикритическая чувствительность начала появляться только через полтора-два года после перерезки нерва. К этому времени Гэд начал различать слабые прикосновения, небольшие колебания температуры в пределах  $3-4^{\circ}$ , незначительные раздражения кисточкой, волокном, ватным тампончиком. Он уже мог точно определить, откуда идет ощущение, умел его локализовать. Закрыв глаза, Гэд точно указывал, в какой точке нанесли укол, где он ощущает боль, а где легкое прикосновение. Впрочем, полное восстановление наступило только через пять лет.

Если вдуматься в теорию Гэда, сразу обнаружится, что она близко соприкасается с современными представлениями о «двойной боли» (стр. 62). Все сомнения и возражения, возникшие в дискуссии по поводу «двойной боли», могут быть отнесены и к теории Гэда.

Советские физиологи считают, что у нормального здорового человека оба вида чувствительности дополняют друг друга. В то время как протопатическая чувствительность сигнализирует о разрушительном воздействии, эпикритическая несколько смягчает, тормозит грубое, мучительное болевое ощущение, дает возможность точно определить его локализацию. В тот момент, когда одновременно возбуждаются волокна, обладающие протопатической и эпикритической чувствительностью, возникает болевое ощущение, резко отличающееся от чисто протопатического. Оно локализовано, т. е. прочно связано с точкой, в которой возникло. Оно не носит расплывчатого, диффузного характера и ощущается до тех пор, пока длится раздражение. Как только кончилось раздражение, исчезает боль.

В настоящее время можно считать доказанным, что импульсы, поступающие от тактильных рецепторов, воспринимающих прикосновение, смягчают и ослабляют чувство боли. Если у кошки перерезать нервные пути, передающие в центральную нервную систему чувство прикосновения и давления, животное сразу перестает ориентироваться в своих болевых ощущениях. Попробуем сжать хвост кошки. Раздражение копчиковых нервов вызовет резко болевое ощущение. Тотчас же кошка повернет голову к хвосту и попытается освободить его от сжимающего предмета. Иначе ведет себя животное, у которого благодаря перерезке нервных путей отсутствует чувство прикоснове-



ния. Эта кошка отчаянно кричит, рвется из рук, царапается, но не поворачивает головы к месту раздражения. Она не знает, откуда идет боль, не в состоянии ее локализовать.

Опыты Гэда показали, что только гармоническое сочетание протопатической и эпикритической чувствительности дает возможность правильно реагировать на раздражение, идущее от внешних покровов; оно позволяет человеку осмыслить то, что происходит во внешней среде и что в данную минуту вызывает у него неприятное или болезненное ощущение.

Аналогичные опыты с перерезкой кожных нервов были поставлены на собаках. Оказалось, что в начальной стадии восстановления нервной проводимости собака отвечает на малейшее раздражение отдергиванием лапы, криком и визгом.

Таким образом, протопатическая группа чувствительных нервных волокон передает в центральную нервную систему ощущение боли и грубое температурное чувство (ниже  $26^{\circ}$  и выше  $37^{\circ}$ ). В то же время по эпикритическим нервным волокнам поступают сигналы, вызванные прикосновением или изменениями температуры в пределах  $26-37^{\circ}\text{C}$ .

Большинство внутренних органов обладает одной лишь протопатической чувствительностью. Если надавить на язву желудка или на болевую точку, мгновенно возникает резкое болевое ощущение. Его местоположение легко определить, и врачи охотно пользуются методом прощупывания болевых точек. Это объясняется тем, что к протопатической чувствительности внутренних органов присоединяется эпикритическая чувствительность кожных покровов, через которые производится надавливание или прощупывание больного желудка, почки, печени и т. д. Однако по своему характеру эти болевые ощущения резко отличаются от мучительных, труднолокализуемых болей при почечной колике, язве желудка и двенадцатиперстной кишки, приступе желчнокаменной болезни.

Импульсы, возникающие при давлении пальцами или инструментами на кожу или болевой орган, поступают в нервную систему по чувствительным волокнам через задние спинномозговые корешки, в то время как более тонкие раздражения, вызванные болезнью, разрушением тканей или воспалением, передаются в спинной и головной мозг по волокнам симпатической и отчасти парасимпатической

системы. Они и рожают  
шенно невыносимые боли  
В последние годы у  
ская и протопатическая  
ственные «пути следов  
стему. По толстым нер  
ются быстрые, эпикри  
локнам типа С — медл  
разом, нервная система  
мацию о прикосновени  
вторую очередь присо  
Различны и конечн  
топатического болево  
ской чувствительности  
топатической — зрите  
го мозга рождаются  
импульсы, при отсут  
раздражение превра  
В клинике нервн  
людать появление та  
вых участков на пове  
ние к этим участкам  
Гиперпатия отлича  
чувствительности. М  
чайно сложные муч  
выраженный протоп  
даются тяжелыми э  
нениями деятельн  
и расстройством пи  
Более подробно  
возникают в резу  
древних и более  
тормозящего и ре  
нервной системы  
ческая чувствител  
тельности эпикри  
Хотя гипотеза  
и до сих пор мно  
шимость, все же  
ной литературе по  
зование как «дво  
ческой и эпикр  
исследователи счи



системы. Они и рожают самостоятельные, иногда совершенно невыносимые боли во внутренних органах.

В последние годы удалось установить, что эпикритическая и протопатическая чувствительность имеют свои собственные «пути следования» в центральную нервную систему. По толстым нервным волокнам типа *A* и *B* передаются быстрые, эпикритические импульсы, а по тонким волокнам типа *C* — медленные, протопатические. Таким образом, нервная система получает в первую очередь информацию о прикосновении и давлении, к которой лишь во вторую очередь присоединяются болевые сигналы.

Различны и конечные станции эпикритического и протопатического болевого ощущения. Центром эпикритической чувствительности является кора головного мозга, протопатической — зрительные бугры. Именно в коре головного мозга рождаются смягчающие, успокаивающие болевые импульсы, при отсутствии которых самое легкое болевое раздражение превращается в стойкую нестерпимую боль.

В клинике нервных болезней нередко приходится наблюдать появление так называемых гиперпатических болевых участков на поверхности кожи. Малейшее прикосновение к этим участкам вызывает жестокую длительную боль. Гиперпатия отличается от обычной повышенной болевой чувствительности. Мы называем гиперпатиями чрезвычайно сложные мучительные болевые состояния, имеющие выраженный протопатический характер. Они сопровождаются тяжелыми эмоциональными переживаниями, нарушениями деятельности вегетативной нервной системы и расстройством питания тканей.

Более подробное изучение гиперпатий показало, что они возникают в результате высвобождения низших, более древних и более примитивных нервных центров из-под тормозящего и регулирующего влияния высших отделов нервной системы. Именно при гиперпатиях протопатическая чувствительность выходит из-под влияния чувствительности эпикритической.

Хотя гипотеза Гэда получила широкое распространение и до сих пор многие исследователи признают ее непогрешимость, все же неоднократно в отечественной и зарубежной литературе появлялись работы, опровергающие существование как «двойной боли», так и отдельной протопатической и эпикритической чувствительности. Некоторые исследователи считают, что протопатическая чувствитель-



ность всецело находится в ведении зрительных бугров, а эпикритическая — коры головного мозга. Немецкий невропатолог Ферстер различает «чувство боли», которое он относит к протопатической чувствительности, и «ощущение боли», соответствующее эпикритической чувствительности Гэда. П. К. Анохин считает, что мучительные болевые ощущения, возникающие в процессе восстановления проводимости в нерве, зависят от того, что сигналы идут сразу по всем прорастающим нервным волокнам. Центральная нервная система как бы получает залп из многоствольного ружья. А в дальнейшем, когда проводимость перерезанного нерва полностью восстанавливается, сигналы следуют по отдельным изолированным волокнам. Поэтому на первых порах при восстановлении нерва преобладает грубое всеобъемлющее ощущение, которое в дальнейшем становится более тонким, точным и локализованным.

К. М. Быков также отрицает существование антагонизма между двумя формами чувствительности. Он полагает, что нельзя считать правильным утверждение Гэда о том, что в нормальных условиях корковая эпикритическая чувствительность оказывает влияние на протопатическую. Необычайная пестрота изменений чувствительности связана со сложным взаимодействием нервных центров в коре головного мозга и в зрительных буграх.

Ряд возражений против теории Гэда выдвинули английские исследователи Люис, Троттер и Дэвис, которые пришли к выводу, что эта теория не отвечает новым экспериментальным данным, полученным за последние годы. Они установили, что после перерезки нерва восстановление чувствительности к прикосновению, давлению, теплу, холоду и боли происходит одновременно. Но в период восстановления вновь образующиеся нервные волокна обладают повышенной проводимостью и легко раздражаются при изменении химического состава и биологических свойств окружающей их тканевой жидкости.

На Лондонском симпозиуме 1959 г., посвященном нервным механизмам боли и зуда, английский ученый Уиттеридж сказал, что он хотел бы, чтобы термины «протопатическая» и «эпикритическая» чувствительность были бы на несколько лет забыты.

И все же, учитывая огромное физиологическое значение боли для всей жизнедеятельности человека и животных,

трудно допустить  
способные реагиро-  
все возможные  
не упиралась  
в животном орга-  
ную мысль. Да  
системой общ-  
хотела установи-  
существам. Да  
активную силу  
пользоваться им  
даже до злоупо-  
повсюду постави-  
следовать за нас  
денное качество  
женную границу  
менно является  
которое оно про-  
восстанавливает

На каждом  
мысли. Наряду с  
вует парасимпат-  
видной железой  
комплекс, непоср-

Если при нек-  
(ранения, ожоги  
гипофиза усилен  
коры надпочечн  
кровь начинают  
различных слоев  
в систему физио-  
подавляющие де-  
ределенные отдел  
вается деятельн  
эндокринного ап-  
секреции адрено-  
ослаблению выде-  
снижению уровн  
усиление активн  
целной реакции  
выше физиологич-



трудно допустить, что в организме отсутствуют факторы, способные регулировать болевое ощущение. Природа делает все возможное, говорили ■ древности, чтобы деревья не упирались верхушками в небо. То же происходит в животном организме. К. М. Быков приводит замечательную мысль Лавуазье: «Можно без усталости восхищаться системой общей свободы, которую природа, казалось, хотела установить во всем, что имеет отношение к живым существам. Давая им жизнь, произвольные движения, активную силу, потребности, страсти, она не запретила пользоваться ими. Она хотела, чтобы они были свободны даже до злоупотребления; но, осторожная и мудрая, она повсюду поставила регуляторы, она заставила пресыщение следовать за наслаждением. Как только животное, возбужденное качеством или разнообразием яств, перешло положенную границу, появляется несварение, которое одновременно является предохранением и лекарством: очищение, которое оно производит, отвращение, которое оно сменяет, восстанавливает вскоре нормальное состояние животного»<sup>1</sup>.

На каждом шагу мы встречаем подтверждение этой мысли. Наряду с симпатической нервной системой существует парасимпатическая, наряду с надпочечниками и щитовидной железой — сложный гипоталамо-гипофизарный комплекс, непосредственно регулирующий их деятельность.

Если при некоторых сильных воздействиях на организм (ранения, ожоги, охлаждения, инфекции) передняя доля гипофиза усиленно выделяет стимулирующий деятельность коры надпочечников адренокортикотропный гормон и в кровь начинают поступать кортикостероиды (гормоны различных слоев коркового слоя надпочечников), тотчас же в систему физиологических регуляций вовлекаются силы, подавляющие деятельность гипофиза. Возбуждаются определенные отделы головного и спинного мозга, перестраивается деятельность вегетативной нервной системы и эндокринного аппарата. Все это приводит к уменьшению секреции адренокортикотропного гормона и тем самым к ослаблению выделения кортикостероидов. В свою очередь снижение уровня кортикостероидов в крови приводит к усилению активности гипофиза и возникновению новой цепной реакции, заново повторяющей круг описанных выше физиологических взаимодействий.

<sup>1</sup> К. М. Быков. Кора головного мозга и внутренние органы. Медгиз, 1954, стр. 31.



Когда болевое раздражение стимулирует деятельность симпатического отдела вегетативной нервной системы и в крови резко повышается содержание адреналина, норадреналина и других химических веществ, вызывающих выраженные симпатические реакции, — в действие вступает парасимпатический отдел, ослабляющий и иногда вовсе уничтожающий проявления высокого симпатического тонуса. На какой-то стадии в крови наряду с адреналином обнаруживаются большие количества парасимпатического медиатора — ацетилхолина, наряду с норадреналином — гистамин и серотонин.

Во всех тканях организма можно обнаружить не только ацетилхолин, но и расщепляющий его фермент — холинэстеразу; гистамин связан в единый комплекс с ферментом диаминооксидазой, адреналин — с фенолоксидазой, в присутствии которых эти вещества разрушаются и теряют свою активность. Фермент каталаза, регулирующий тканевое дыхание, тормозится антикаталазой. Возбуждение вызывает торможение, активность — покой и т. д.

В своеобразных взаимоотношениях находятся окончания тройничного и обонятельного нервов в слизистой оболочке носа. Слезотечение, кашель, чихание, вызванные химическим раздражением тройничного нерва, почти мгновенно прекращаются, если понюхать корочку хлеба, т. е. вызвать возбуждение обонятельных рецепторов.

Вся жизнь в этом единстве противоположностей!

И ничего нет удивительного в том, что наряду с грубой, примитивной протопатической сигнализацией, возникшей много лет назад на первых ступенях существования живых организмов, развилась в процессе эволюции вторичная, более тонкая, регулирующая и смягчающая система эпикритической чувствительности. Как бы ни было едино и целостно болевое ощущение, все же оно складывается из отдельных связанных между собой компонентов. Не исключено, что эпикритический и протопатический виды чувствительности и представляют две грани единого болевого комплекса.

Ведь из различных отделов, имеющих далеко не одинаковую физиологическую значимость, состоит единый нервный аппарат, из разных органов формируются единые системы пищеварения и кровообращения. Все это говорит скорее в пользу теории Гэда, чем против нее. Но наука накопила много новых фактов, не укладывающихся в ста-

расс концепции. Возмоз  
устарела, в чем-то треб  
ных открытий. На одно  
ными, точными, не вызы  
новые исследователи с  
авалла, по-новому осе  
факты — и все, что каз  
и доказанным, отходит  
совершенно неожидан  
толкованиям и выводам  
Не будем же преж  
теорию Гэда. Она имее  
тивников. Будущее по  
этой теории, господств  
лениях о формирован  
истины более веские

## Компоне

Уже давно отзвуч  
корковой и подкорко  
ментальный и теор  
в лабораториях и кл  
содержит и правиль  
нечное болевое ощу  
и в подкорковых обр  
ные мозговые стру  
соответственные то  
ощущений, эмоций  
и патологических  
комплексное чувств  
Исследователи  
роса о формиров  
участках мозга. О  
раздражения отде  
гние действовали в  
разрушали нервн  
электроэнцефалог  
анизм определен  
фоне их действия  
проведены бесчи  
крысах, кролика  
дования на людях



рые концепции. Возможно, что и теория Гэда в чем-то устарела, ■ чем-то требует пересмотра. Такова судьба научных открытий. На одном этапе они кажутся революционными, точными, не вызывающими сомнений. Но приходят новые исследователи с более тонкими методами научного анализа, по-новому освещают нередко давно известные факты — и все, что казалось столь ясным, обоснованным и доказанным, отходит ■ историю науки, уступая место совершенно неожиданным откровениям, непредвиденным толкованиям и выводам.

Не будем же преждевременно сдавать в архив науки теорию Гэда. Она имеет как своих сторонников, так и противников. Будущее покажет, сохранится ли здоровое ядро этой теории, господствовавшей много лет в наших представлениях о формировании боли, или на смену ей придут истины более веские и обоснованные.

### Компоненты болевого синдрома

Уже давно отзвучали споры между представителями корковой ■ подкорковой теорий боли. Огромный экспериментальный и теоретический материал, накопленный в лабораториях и клиниках, показал, что каждая теория содержит и правильные и неправильные положения. Конечно болевое ощущение формируется как в коре, так и в подкорковых образованиях головного мозга. Но различные мозговые структуры вносят свой вклад, включая соответственные тоны и обертоны в сумму раздражений, ощущений, эмоций, физиологических, физико-химических и патологических процессов, из которых складывается комплексное чувство боли.

Исследователи шли разными путями к решению вопроса о формировании болевого ощущения в различных участках мозга. Одни использовали метод электрического раздражения отдельных ансамблей нервных клеток, другие действовали на них химическими веществами, третьи разрушали нервные структуры, четвертые предпочитали электроэнцефалографические записи, пятые вводили в организм определенные фармакологические препараты и на фоне их действия изучали болевое поведение. В клиниках проведены бесчисленные эксперименты на животных — крысах, кроликах, собаках, обезьянах, выполнены исследования на людях, изучены и описаны болевые синдромы.



Шагом вперед явилось применение метода изучения болевых реакций, разработанного на кафедре психофизиологии Парижского университета. Наибольший интерес представляют опыты, в которых сочетаются физиологические, электроэнцефалографические, биохимические, неврологические, гистохимические и гистологические исследования.

Читателю уже известно, что и в эксперименте, и в клинике широко применяется метод отведения электрических потенциалов от различных отделов головного мозга. При помощи специальной аппаратуры удается зарегистрировать на бумаге или фотопленке электрические токи, возникающие в мозгу. Запись этих токов — электроэнцефалограмма — представляет сложную кривую, отражающую электрическую активность огромного числа нервных клеток. На ней можно выделить волны различной величины, частоты, формы. Чаще всего это так называемый альфа-ритм (8—13 колебаний в секунду), который можно обнаружить в коре и подкорковых образованиях мозга. При различных воздействиях на организм альфа-ритм ослабевает и величина ритмичных колебаний уменьшается. Это явление называется реакцией активации пробуждения, десинхронизации. Оно наблюдается также при болевых раздражениях и наиболее выражено по нисходящему ряду в теменных, затылочных, височных и лобных долях мозга. Однако реакция пробуждения не специфична для боли, и ее нельзя считать объективным проявлением чувства боли. Аналогичная картина возникает при зрительных, слуховых, температурных и даже тактильных раздражениях.

Развитие техники и электроники значительно расширило возможности электроэнцефалографического исследования деятельности головного и спинного мозга. Этому в немалой степени способствовало внедрение в практику физиологического и даже клинического эксперимента метода вживления электродов в различные отделы центральной нервной системы. Почти в любой физиологической лаборатории удастся без особого труда записать электрическую активность зрительных бугров, подбугорья, ретикулярной формации, гиппокампа, миндалевидного ядра и т. д.

При незначительной боли, вызванной слабым током, когда животное настораживается, иногда делает прыжок и очень редко убегает, никаких особых изменений в электроэнцефалограмме отметить не удастся. Но сильная боль,



сопровождающаяся прыжком, бегством, криком и попыткой укусить или сорвать электрод, вызывает значительное изменение электрической активности в разных отделах головного мозга. Особенно отчетливо оно выражено в гиппокампе, где регистрируются токи высокой амплитуды, с ритмом 6—7 колебаний в секунду. Изменение электрической активности гиппокампа длится обычно 8—14 секунд и постепенно затухает. Одновременно в коре головного мозга и ретикулярной формации развивается типичная реакция пробуждения. Однако ни в том ни в другом отделе мозга не удается обнаружить какие-либо специфические для боли сдвиги.

Применение болеутоляющих веществ (морфин, петидин, декстроморамид, производные салициловой кислоты) в сочетании с болевым раздражением изменяет течение физиологических реакций и характер электроэнцефалограммы. Под влиянием морфина исчезают два компонента болевой реакции у крыс — крик и попытка укусить электроды (стр. 222). При этом в гиппокампе отсутствуют характерные изменения электрической активности.

У крыс с разрушенной ретикулярной формацией исчезают другие компоненты болевого поведения — настораживание, прыжок, бегство. Выключение миндалевидного ядра напоминает действие морфина. Удаление передней части зрительных бугров и коры лобных долей мозга снимает конечную реакцию животного — попытку укусить или сорвать электроды.

Участники симпозиума по проблеме боли в Париже весной 1967 г. стремились подытожить представления о формировании болевого ощущения в головном мозгу. Было заслушано и обсуждено много докладов, высказано немало интересных мыслей, сделано не меньшее число различных предположений. Можно считать установленным, что ретикулярная формация регулирует и контролирует более примитивные, вызванные болевым раздражением реакции настораживания, прыжка и бегства. Возбуждение ретикулярной активирующей системы вовлекает в процесс другие граничащие с нею отделы мозга. Зрительные бугры, в частности их медиальные (внутренние) ядра, образуют центр более сложных эмоциональных, аффективных реакций. Переднее ядро таламуса передает информацию, поступающую с периферии в кору головного мозга, где происходит осознание боли и вступают в действие сложные меха-



низмы приспособительных функций. В коре происходят отбор и оценка поступающих импульсов, здесь формируется целенаправленное болевое поведение, задача которого — перестроить функции организма в условиях неотвратимого болевого ощущения.

Разрушение некоторых отделов зрительных бугров резко усиливает реакцию на боль. Даже слабое болевое раздражение у крысы сопровождается криком и стремлением укусить или сорвать электроды. В некоторых случаях животное приходит в состояние настоящего бешенства. Это подтверждает уже неоднократно высказывавшееся предположение, что зрительные бугры располагают тормозными системами, смягчающими болевое ощущение. Выключение этих систем резко усиливает эмоциональные проявления боли.

В последние годы группа исследователей, среди которых следует назвать уже известного нам американского физиолога Лима и французских ученых Альбе-Фессар, Кротамера и Делакура, широко разрабатывает вопрос о мозговых системах, смягчающих (демпфирующих) болевые ощущения. На Парижском симпозиуме по проблеме боли о них говорил в своем докладе французский невропатолог Гарсен, а на симпозиуме по боли, который проходил в рамках XXIV Международного физиологического конгресса в Вашингтоне, — сами авторы этих интересных исследований.

В эволюционном развитии мозга от низших форм живых существ к высшим возникла необходимость как-то заглушать или ослаблять сигналы о сверхсильных импульсах, поступающих в центральную нервную систему. В некоторых случаях необходимо было приостановить поток сигналов, в некоторых — изменить их характер (модальность). Это привело к возникновению в центральной нервной системе нисходящей (эфферентной, от центра к периферии) импульсации, оказывающей свое влияние на глуболежащие мозговые образования или на периферические нервные пути. В своих статьях и докладах Альбе-Фессар рисует сложные пути нисходящих или, как она их называет, тормозных болевых систем. Они состоят из определенных участков коры головного мозга (чувствительных, двигательных, теменных, отчасти лобных) и некоторых подкорковых образований, в первую очередь так называемого хвостатого ядра. Раздражение определенных участков



хвостатого ядра электрическим током подавляет неприятный, тягостный характер импульсов, поступающих в мозг. Американские хирурги Эрвин, Браун и Марк использовали это наблюдение в клинической практике. Им удавалось облегчать тяжелые боли, раздражая хвостатое ядро через вживленные электроды.

Существование смягчающих боль систем в головном мозгу во многих отношениях соответствует современным представлениям о формировании болевого ощущения. Если вспомнить теорию Гэда о протопатической и эпикритической чувствительности, о способности коры головного мозга переводить болевые ощущения в «подболевые», то и представление о нисходящих «противоболевых» системах как бы воплощается в плоть и кровь.

Альбе-Фессар, а за ней и Гарсен высказывают мысль, что теоретически боль можно снимать, раздражая нисходящие системы мозга, но рассматривают эту возможность как «несбыточную мечту». Не будем такими пессимистами. Развитие современной нейрохирургии и хирургии боли не оставляет сомнений, что рано или поздно подобные операции найдут свое место в клинической практике.

Кора лобных долей мозга принимает участие в поведении, наиболее выгодном для организма в условиях болевого раздражения. Именно в коре лобных долей происходит превращение боли в страдание. Как здесь не вспомнить парадоксальные результаты лоботомии, когда больные продолжали испытывать боль, но не страдали от нее!

Однако в коре происходит не только формирование чувства боли и выработка наиболее выгодных при данной ситуации актов поведения. В ней имеются также механизмы, облегчающие и подавляющие боль. Здесь расположены центры эпикритической чувствительности и осуществляются регулирующие влияния на ретикулярную формацию.

Важнейшую роль в формировании болевого ощущения играют процессы возбуждения и торможения, протекающие в различных отделах головного мозга. Особенное значение имеют они, как показали классические исследования школы И. П. Павлова, для деятельности коры головного мозга. Сочетание и взаимодействие возбуждательного и тормозного процессов позволяют животному ориентироваться в различных сложных положениях и разбираться в поступающих из внешнего мира разнообразных раздражениях.



В борьбе организма с болевым ощущением торможение играет чрезвычайно важную, если не решающую роль. «Клетки больших полушарий,— указывает И. П. Павлов,— в высшей степени чувствительны к малейшим колебаниям внешней среды и должны быть тщательно оберегаемы от перенапряжения, чтобы не дойти до органического разрушения. Таким ограничительным средством для клеток больших полушарий и является торможение»<sup>1</sup>.

Торможение дает клеткам мозга необходимый им отдых, способствует восстановлению функций. Если раздражитель очень силен и превышает предел выносливости нервных клеток, он может привести их к истощению и даже гибели. Эта угроза предотвращается своевременным развитием торможения, которое как бы ограждает нервные клетки от чересчур сильных воздействий, падающих на них из внешней или внутренней среды.

Особый интерес представляет в этом отношении так называемое запредельное, охранительное торможение, которое развивается при действии на организм чрезмерных раздражителей, даже условных. Такие воздействия, как болезнь, перенапряжение, физическая боль, угрозы, психические потрясения и т. д., могут вызвать запредельное торможение, в особенности если они действуют продолжительное время.

При запредельном торможении нарушается правило зависимости эффекта от величины и интенсивности раздражителя и сильные раздражители начинают действовать слабее умеренных. Это объясняется тем, что нервные клетки защищаются от истощения и разрушения при помощи широко распространяющегося процесса торможения. Повседневная жизнь дает немало примеров стойкого запредельного торможения. Все мы из личного опыта знаем, какую острую, нестерпимую боль вызывают сравнительно небольшие нарушения целостности тканей и как спокойно переносятся подчас чрезмерно сильные болевые раздражения. Торможение играет в этих случаях не только роль защитного фактора организма, но и своеобразного терапевтического средства.

Таковы отдельные этапы формирования единого, комплексного болевого ощущения, которое заставляет нас

<sup>1</sup> И. П. Павлов. Физиология и патология высшей нервной деятельности. Полн. собр. соч., т. III, вып. 2. Изд-во АН СССР, 1951, стр. 392.



страдать, требовать помощи, иногда плакать. С большей или меньшей вероятностью мы подошли к пониманию его механизмов. Но анализ не будет полным, если мы пройдем мимо важнейшего отдела нервной системы — вегетативного, который не только выполняет приказы, поступающие из ее высших отделов, но и сам в значительной мере определяет состояние механизмов, регулирующих всю жизнедеятельность организма. (В специальной литературе это носит название «регуляция регуляторов».) Вегетативная нервная система с ее центральными и периферическими образованиями — гуморальными и гормональными составными частями — принимает самое энергичное участие во всех болевых процессах, организуя не только цепь болевых реакций (о чем речь пойдет ниже), но и определяя характер самого болевого ощущения.

В мозгу, как мы уже знаем, существуют сложные вегетативные системы, которые приходят в деятельное состояние под влиянием медиаторов — ацетилхолина, адреналина или серотонина. Они-то и получили название холинергических, адренергических и серотонинергических структур. От их состояния в немалой степени зависит формирование болевого ощущения. Введение в организм эзерина — вещества, подавляющего фермент холинэстеразу и тем самым усиливающего действие ацетилхолина, изменяет в опытах на крысах соотношение компонентов внутри болевого синдрома. Реакция бегства становится слабее, реакция крика и кусания электродов усиливается. Болевое возбуждение обостряется. Оно длится дольше, чем обычно. Противоположное действие отмечается при введении холинолитического препарата — атропина: стремление к бегству усилено, крик и кусание электродов ослаблены.

Однако немецкий ученый Герц, используя другие холинергические препараты — ареколин, треморин, пришел к выводу, что они ослабляют болевое ощущение и одновременно подавляют условнорефлекторную деятельность крыс, т. е. действуют через высшие отделы головного мозга. Уже известный нам Шарпантье считает, что холинергические вещества осуществляют свое действие, возбуждая гиппокамп, а адренергические — ретикулярную формацию.

Советский фармаколог П. П. Денисенко также установил, что холин- и адренергические элементы лимбической



системы, ретикулярной формации среднего мозга и подбугорья играют важную роль в осуществлении болевых реакций, причем ведущее значение имеют холинергические структуры. Ему удавалось во много раз усилить обезболивающее действие морфина, вводя его одновременно с холинергическими препаратами. Однако следует признать, что вопрос о взаимоотношении холин- и адренергических систем в мозгу при формировании болевого ощущения далеко еще не решен. Возможно, что у разных видов животных, а тем более у человека роль их различна.

Еще менее ясен вопрос об участии серотонина в возникновении болевого ощущения. При полном освобождении головного мозга от серотонина или, напротив, при значительном увеличении его содержания в ткани мозга (и то и другое легко осуществить с помощью определенных фармакологических препаратов) порог болевого ощущения резко изменяется, но подчас в одну и ту же сторону. По всей вероятности, серотонин в первую очередь контролирует эмоциональные реакции, обусловленные болью, и в гораздо меньшей степени затрагивает поведение животного, например реакцию кусания электродов (стр. 222).

Таким образом, можно предположить, что в центральной нервной системе существуют два этажа или, как говорят физиологи, два уровня, объединяющие болевые раздражения и превращающие их в чувство боли. На первом формируется состояние общей настороженности животного. Это происходит в ретикулярной формации и осуществляется ее адренергическими элементами. Здесь начало простых неспецифических ответов на боль, выражающихся в прыжке и бегстве. Возбуждение ретикулярной формации активирует кору головного мозга и вызывает в ней феномен пробуждения, т. е. подавление альфа-ритма. На втором этаже, в лимбической системе (гиппокамп, миндалевидное ядро) и в зрительных буграх, развиваются специфические болевые реакции. Это ведет к возникновению эмоциональных состояний. С этим уровнем у крысы связаны реакции крика и кусания электродов. Здесь действует холинергическая система, центром которой является гиппокамп. В нее же входят некоторые участки зрительных бугров, но уже не возбуждающие, а тормозящие болевое ощущение.

Оба болевых  
контролем коры  
ние коры полнотой  
наблюдающуюся  
укусить электрода  
рогатива подкорки!  
У человека кора  
т. е. облекает болев  
Переход боли в страд  
пл. вся регуляция  
Информация, поступа  
вится неточной в од  
Хаотическое, парокс  
нервных центров в  
к дезорганизации го  
механизмов, к возни  
Цель болевых реакц  
Теперь, как в лю  
подвести некоторые  
и убытков». Формир  
ный, многозвеньевой  
мических и физиоло  
кает в результате  
системы, т. е. вовлеч  
формаций, ансамбле  
клеток, перифериче  
тей, различных как  
реагирования и хим  
циональная систем  
включает болевые  
мы, обостряющие и  
ненты, пусковые и  
функциональная си  
конкретным физиоло  
рому осуществляют  
Все эти факты  
в борьбе с болью. Р  
или клинический э  
в медицинской прак  
ретических положен  
ми, в врачами.  
П. К. Анохин  
принцип биохимического  
конф. «Об



Оба болевых уровня находятся под неослабным контролем коры головного мозга. Искусственное разрушение коры полностью снимает осмысленную реакцию, наблюдающуюся при болевом раздражении, — попытку укунить электроды, но не подавляет крика. Крик — прерогатива подкорки!

У человека кора превращает чувство боли в страдание, т. е. облекает болевой рефлекс в психическую оболочку. Переход боли в страдание необязателен, но если он наступил, вся регуляция функций может оказаться под угрозой. Информация, поступающая в высшие отделы мозга, становится неточной в одних случаях, избыточной в других. Хаотическое, пароксизмальное вмешательство высших нервных центров в физиологические процессы приводит к дезорганизации гомеостатических (приспособительных) механизмов, к возникновению невротических состояний. Цепь болевых реакций превращается в боль-болезнь.

Теперь, как в любом математическом расчете, можно подвести некоторые итоги и подсчитать суммы «прибылей и убытков». Формирование болевого ощущения — сложный, многозвеньевой процесс, охватывающий ряд анатомических и физиологических систем. Чувство боли возникает в результате системной деятельности нервной системы, т. е. вовлечения в действие самых различных ее формаций, ансамблей рецепторов, нейронов, секреторных клеток, периферических и центральных проводящих путей, различных как по строению, так и по особенностям реагирования и химической передачи возбуждения. Функциональная система, реализующая болевое ощущение, включает болевые и противоболевые механизмы, обостряющие и смягчающие боль настроечные компоненты, пусковые и выключающие элементы. Как и всякая функциональная система, болевая система «является конкретным физиологическим аппаратом, благодаря которому осуществляются саморегуляция и гомеостаз»<sup>1</sup>.

Все эти факты и обобщения необходимо учитывать в борьбе с болью. Разумеется, не каждый лабораторный или клинический эксперимент может быть использован в медицинской практике. Но некоторые выводы из теоретических положений должны быть учтены и теоретиками, и врачами.

<sup>1</sup> П. К. Анохин. Функциональная система как методологический принцип биохимического и физиологического исследования. Матер. научн. конф. «Системная организация физиологических функций», 1968, стр. 5.



## Болевое восприятие

Уже давно замечено, что при постепенном усилении болевого стимула испытуемый чувствует вначале прикосновение, потом давление или жар, и лишь после того как раздражение достигло пороговой силы, возникает ощущение боли. Эту восходящую лестницу ощущений подробно изучил английский ученый Бишоп. Он различает три ступени болевого восприятия. Первая ступень — неопределенное чувство прикосновения, вторая — острое, колющее ощущение, не сопровождающееся сколько-нибудь отчетливой эмоциональной окраской. И, наконец, третья ступень — боль с отрицательными эмоциями, стремлением избежать раздражения или активно уклониться от него.

Между ощущением прикосновения и чувством боли существует еще какая-то промежуточная стадия, когда неприятного болевого восприятия еще нет, но безразличное поначалу чувство прикосновения приобретает какой-то специфический характер. Такое более мягкое по сравнению с болевым ощущение английский фармаколог и терапевт Кил назвал метэстезией. Это еще не боль, но уже и не прикосновение. Следующая фаза должна быть названа, по Килу, алгэстезией или болью в истинном смысле слова. Метэстезические ощущения — подпороговые, алгэстезические — пороговые. Как показывают экспериментальные исследования, метэстезический уровень легко переходит в алгэстезический, и наоборот.

Каждый из нас хорошо знает, что одна и та же боль, одно и то же болевое раздражение совершенно различно воспринимается нашим сознанием в зависимости от самочувствия, настроения, физического и психического состояния. Сколько раз мы отмечали, что пустяковая царапина

доставляет нам боль.  
Немало времени  
ных стран, для того  
фактора в оценке  
своей собственной  
по отношению к бо  
нию сделанное им  
сти проверить его. Е  
от чего зависит его  
одно и то же раздр  
в разных условиях  
Тщательные ис  
того же человека  
не меняется в теч  
сит от усталости,  
зительно на одном  
и вечерние часы.  
ментальной боли,  
скими, термически  
При этом необходи  
и реакцию на  
ется необычной с  
жение — меняется  
индивидуальных  
время возникло  
реакции, резко от  
У человека мо  
вотного — о поро  
дить о болевом п  
реакции. В связи  
минание о перен  
ет на реакцию, б  
непосредственное  
Применяя не  
ся изменить пор  
понизить воспри  
виду всевозможн  
ские нервные п  
проводящие и вос  
мозг).  
Существует от  
щих восприятие



глава  
доставляет нам больше страданий, чем тяжелая, зияющая рана.

Немало времени и сил было потрачено учеными разных стран, для того чтобы проверить роль субъективного фактора в оценке болевого ощущения. По отношению к своей собственной боли я говорю, что чувствую ее, по отношению к боли другого я должен принять к сведению сделанное им заявление, не имея обычно возможности проверить его. Всегда ли болевое ощущение одинаково, от чего зависит его интенсивность, как мы реагируем на одно и то же раздражение в разные периоды дня и ночи, в разных условиях нашего существования?

Тщательные исследования показывают, что у одного и того же человека порог болевого ощущения существенно не меняется в течение длительного времени. Он не зависит от усталости, голода, настроения и держится приблизительно на одном и том же уровне в утренние, дневные и вечерние часы. Конечно, здесь речь идет об экспериментальной боли, вызванной механическими, электрическими, термическими или химическими раздражителями. При этом необходимо различать порог болевого ощущения и реакцию на боль. В то время как порог отличается необычной стойкостью, реакция — ответ на раздражение — меняется в зависимости от внешних условий и индивидуальных особенностей испытуемого. В последнее время возникло даже представление о пороге болевой реакции, резко отличном от порога болевого ощущения.

У человека можно говорить о пороге ощущения, у животного — о пороге реакции. Это не одно и то же. Но судить о болевом пороге у животного мы можем только по реакции. В связи с развитием памяти у человека воспоминание о перенесенной боли все больше и больше влияет на реакцию, быть может, еще в большей степени, чем непосредственное ощущение боли.

Применяя некоторые воздействия на организм, удается изменить порог болевого ощущения, т. е. повысить или понизить восприятие боли. В первую очередь мы имеем в виду всевозможные влияния на рецепторы, периферические нервные пути и центральные нервные аппараты, проводящие и воспринимающие боль (спинной и головной мозг).

Существует огромное количество факторов, определяющих восприятие боли человеком. Среди них расовые,



половые и возрастные особенности, состояние вегетативной нервной системы, утомление, условия эксперимента, обстановка исследования, порядок раздражений и множество физиологических, биохимических, психологических и иных причин, влияющих на пороги болевого ощущения. Американский ученый Бичер насчитал 27 факторов подобного рода, но, вероятно, их гораздо больше. Вот почему, изучая в эксперименте боль, необходимо особенно тщательно соблюдать однотипность условий, в которых проходит исследование. Нередко повышение или снижение температуры и влажности кожи, колебания атмосферного давления, привыкание к обстановке, успокоение, голод или чувство сытости могут полностью перестроить или извратить результаты исследования.

Нервные окончания становятся необычайно чувствительными к восприятию болевого раздражения при некоторых повреждениях и нарушениях целостности кожного покрова. Так, например, солнечный ожог значительно повышает болевую чувствительность нервных окончаний. Напротив, впрыскивание в толщу кожи новокаина и некоторых других обезболивающих веществ делает рецепторы нечувствительными. Перерезка центроостремительного нервного волокна почти полностью снимает в соответствующих участках кожи способность воспринимать боль. Однако, как уже говорилось выше, края нечувствительной зоны продолжают в этих случаях отчетливо реагировать на боль, так как кожные зоны, в которых разветвляются нервные волокна, перекрывают друг друга.

Сильно изменяются пороги болевых ощущений при различных заболеваниях головного и спинного мозга. При поражениях зрительного бугра, сопровождающихся, как уже указывалось, мучительными жгучими болями в различных областях кожной поверхности, восприятие боли здоровыми участками резко обостряется. Для того чтобы вызвать в них сильнейшую боль, достаточно применить слабое воздействие, едва ощутимое в нормальных условиях.

Изменения болевой чувствительности при заболеваниях центральной нервной системы подробно изучены как физиологами, так и врачами. Следует помнить, что во всех случаях, когда они возникают, необходимо обратиться к специалисту, так как это может быть связано с серьезными нарушениями деятельности головного и спинного мозга.



Можно считать доказанным, что сила болевого ощущения далеко не всегда соответствует серьезности заболевания или ранения. Нередко больные с тяжелейшими злокачественными опухолями ощущают лишь незначительную боль, а люди с несерьезными и ограниченными повреждениями корчатся в жестоких болевых судорогах. Главный хирург одного медсанбата расспросил 200 тяжелораненых о характере испытываемой ими боли. Несмотря на то что у большинства из них мягкие ткани груди, живота и головы были сильно повреждены, мышцы разможжены, кости разбиты, лишь 24 человека жаловались на жестокие боли. Остальные считали, что боль «терпима».

«На перевязочных пунктах,— писал Н. И. Пирогов,— где скопляется столько страждущих разного рода, врач должен уметь различать истинное страдание от кажущегося. Он должен знать, что раненые, которые сильнее других кричат и вопят, не всегда самые трудные и не всегда им первым должно оказывать неотлагательное пособие»<sup>1</sup>.

Весьма поучительную статистику опубликовал Бичер. Он обследовал две группы хирургических больных: первая группа — солдаты и офицеры, раненные на поле боя и подвергшиеся оперативному вмешательству, вторая группа — гражданские лица, оперированные в больницах по поводу самых различных заболеваний. Когда больные приходили в сознание после операционного наркоза, их спрашивали о характере испытываемой боли. В первой группе 40 человек заявили об отсутствии боли, а 43 — о тяжелой боли, во второй группе лишь 11 человек не жаловались на боль, а 54 заявили о тяжелой боли. В первой группе морфин просили только 32%, во второй группе 83% требовали морфин. Автор считал, что в оценке испытываемой боли имеется определенная «установка», обусловленная воспитанием, факторами внешней среды и т. д. Наличие или отсутствие болевого страдания зависит не столько от тяжести поражения, сколько от болевого восприятия. В выступлениях на симпозиуме в Лондоне (1959 г.), посвященном нервным механизмам боли и зуду, Кил подчеркнул, что люди по-разному переносят боль. Вариаций гораздо больше, чем обычно полагают.

<sup>1</sup> Н. И. Пирогов. Начала общей военно-полевой хирургии, т. I. Медгиз, 1941, стр. 46.



Около 5% больных с инфарктом миокарда переносят боль, не жалуясь на нее.

Огромное значение для восприятия боли имеет психическое состояние испытуемого. Ожидания и опасения усиливают болевое ощущение. Усталость и бессонница повышают чувствительность человека к боли. Однако каждый знает по личному опыту, что при глубоком утомлении боль притупляется, холод усиливает, а тепло ослабляет болевое ощущение.

Порог болевой реакции резко повышается при анестезии, при употреблении алкоголя, особенно при опьянении. Обезболивающее действие морфина хорошо известно, но далеко не все знают, что морфин снимает сильные боли и почти не действует на слабые. Установлено, что тяжелые раны, вызывающие мучительные болевые реакции, становятся безболезненными при введении малых доз морфина. И в то же время боль, не имеющая сколько-нибудь серьезной основы, почти не поддается действию этого препарата.

Большое значение для восприятия боли имеет наше отношение к ней. Было время, когда люди считали боль неизбежным злом и мирились с ней. Различные верования всех народов учат, что боль ниспослана богом в наказание за наши грехи. Современный человек не может мириться с болью, он знает, что боль вовсе не неизбежна, ее можно снять или предотвратить. Вот почему мы так обостренно воспринимаем боль, требуем помощи, принимаем энергичные меры для ликвидации болевого ощущения.

Американский психоневролог Шац говорит, что боль имеет стратегическое значение как для человека, сообщаящего о ней, так и для окружающих его родных, друзей, знакомых. Поэтому при оценке боли следует учитывать социальную обстановку, субъективные особенности страдающего человека, реакцию близких ему людей. Для подтверждения этой мысли Шац приводит пример человека, приспособившегося к постоянному ощущению боли и не желающего, чтобы его боли исчезли или даже ослабели. Неблагодарная задача стоит в подобных случаях перед психиатром, который не знает, чьи страдания он должен облегчить: больного, добровольно избравшего удел *hominis dolorosi* (человека, постоянно страдающего от боли), или сочувствующих ему родственников.

Большое  
ленное в  
судорожным  
(желудка, в  
обычно обо  
также боли  
ласти кисте  
конечностей  
ческие голо  
суставов си  
вают. Боли  
к вечеру по  
сы человек  
ется и отсут  
вом крови, в  
протопатиче  
торможении

Некотор  
время года.  
двенадцати  
ной.

Тяжелые  
гнев нередко  
го напряжен  
эксперимент  
немало случ  
оперируя бо  
о мучительн  
отдыха, в по  
но могут из  
благодаря эт

Хорошо и  
болевой чув  
приятие боли  
отвлечен или  
дений рецепт

Было пре  
болевые ощу  
ния. Особен  
нии родов. О  
ствительности  
типнозом. Пр  
служить опыт



Большое влияние на характер боли оказывает определенное время дня и ночи. Боли, связанные с судорожными сокращениями гладкой мускулатуры (желудка, кишок, желчного пузыря, почечных лоханок), обычно обостряются ночью. В ночное время усиливаются также боли при гнойных воспалительных очагах в области кистей рук и пальцев, при заболеваниях сосудов конечностей, связанных со спазмом сосудов. Неврастенические головные боли, боли при хронических поражениях суставов сильнее всего по утрам, к полудню они ослабевают. Боли, связанные с лихорадкой, усиливаются к вечеру по мере повышения температуры. В ночные часы человек особенно остро чувствует боль. Это объясняется и отсутствием отвлекающих впечатлений, и приливом крови, вызванным расширением сосудов, и усилением протопатической чувствительности, наступающим при торможении коры головного мозга.

Некоторые виды боли обостряются в определенное время года. Так, например, боли при язве желудка или двенадцатиперстной кишки усиливаются осенью или весной.

Тяжелые психические переживания, горе, радость, гнев нередко подавляют чувство боли. Состояние нервного напряжения может оказать решающее влияние на экспериментальную и на патологическую боль. Известно немало случаев, когда профессор, читая лекции, хирург, оперируя больного, адвокат, выступая в суде, забывали о мучительной боли, которая их терзала дома, во время отдыха, в постели. Эмоции не влияют на болевой аппарат, но могут изменить реакцию на болевое раздражение. И благодаря этому они снимают чувство боли.

Хорошо известно, что в лабораторных условиях порог болевой чувствительности резко повышается (т. е. восприятие боли уменьшается), если испытуемый чем-либо отвлечен или заинтересован. Боль ослабевает при возбуждении рецепторов осязания, слуха и зрения.

Было предпринято немало попыток воздействовать на болевые ощущения при помощи гипнотического внушения. Особенно часто применялся гипноз при обезболивании родов. Описаны случаи полной потери болевой чувствительности при хирургических операциях под гипнозом. Примером гипнотического обезболивания может служить опыт, поставленный на молодом хирурге. Преж-



де всего было установлено, что после кратковременного сжимания хирургическим зажимом кожи у него на передней поверхности предплечья вокруг травмированного участка образуется зона повышенной чувствительности. После этого испытуемый был погружен в гипнотический сон и на его левой руке был зажат небольшой кусочек кожи. При этом испытуемому внушили, что он не чувствует боли. Одновременно к симметричному участку правой руки приложили тупой конец карандаша и внушили, что произведен ожог раскаленным железом. Испытуемый вздрагивал и корчился от боли. Затем вокруг точки, к которой прикладывали карандаш, с особой осторожностью обводили пальцем широкую зону и испытуемому внушали, что она целиком болезненна. Обе руки забинтовывали. После пробуждения испытуемый утверждал, что во всей обведенной зоне правой руки он испытывает боль, в то время как кожа левой руки совершенно безболезненна. Интересно было наблюдать его поведение после того, как сняли повязку. Испытуемый видел, что кожа левой руки травмирована, но боли он не чувствовал. В то же время кожа правой руки была резко болезненна, хотя никаких признаков повреждения на ней нельзя было обнаружить.

В следующий раз испытуемому под гипнозом ввели под кожу новокаин и внушили, что вся лишенная чувствительности область отличается крайней болезненностью. И действительно, после пробуждения он начал жаловаться на сильнейшие боли в области, фактически обезболенной.

В первом случае созданный внушением доминантный очаг возбуждения в коре головного мозга подавлял все болевые импульсы, поступавшие по нервным путям и соответствующие чувствительные зоны. Во втором случае очаг возбуждения возник в определенной чувствительной области коры головного мозга и испытуемый проецировал боль в неповрежденную и даже обезболенную область. Длительность этих ложных ощущений зависела от стойкости созданного словесным внушением очага возбуждения в его головном мозгу.

Надо полагать, что восприятие и преодоление боли в немалой степени зависят от типа высшей нервной деятельности. Когда Леринш говорит: «Мы неравны перед лицом боли», — это в переводе на язык физиологии зна-



чит, что разные люди различно реагируют на одно и то же болевое раздражение. Сила раздражения и его порог могут быть одинаковы, но внешние проявления, видимая реакция сугубо индивидуальны.

Поведение человека в ответ на болевое раздражение в значительной степени обуславливает тип высшей нервной деятельности. У людей слабого типа, которых И. П. Павлов относил к меланхоликам Гипократа, при этом быстро наступает общее истощение нервной системы, а иногда, если вовремя не наступило охранительное торможение, — полное разрушение высших отделов нервной системы. У людей возбудимых, безудержных внешняя реакция на боль может принять чрезвычайно бурный характер. Слабость тормозного процесса приводит к тому, что предел работоспособности клеток больших полушарий оказывается перейденным и развивается крайне болезненное наркотическое или психопатическое состояние. В то же время люди сильного, уравновешенного типа, по-видимому, легче подавляют болевые реакции и умеют выйти победителями в борьбе с тяжелейшими болевыми раздражениями.

Врачу иногда очень трудно определить, действительно ли больной испытывает боль, какова ее интенсивность, нет ли здесь симуляции, преувеличения или, наоборот, желания скрыть по тем или другим причинам болевое восприятие.

Боль субъективна, этим она отличается от всех других чувств. Любое ощущение отражает какие-либо свойства явлений, происходящих во внешнем мире (мы видим предметы, слышим звуки, обоняем запахи), боль же мы ощущаем в самих себе. О наличии боли у другого человека можно судить лишь по косвенным признакам. Наиболее показательным обычно расширение зрачков. Этот признак говорит о напряжении симпатической нервной системы и значительном выбросе адреналина надпочечниками в кровь. Другие методы исследования (кожно-гальванический рефлекс, реакция сосудов, определение кожной температуры, запись электроэнцефалограммы и т. д.) не всегда доказательны.



## Повышенная чувствительность к боли

У одних людей в обычном состоянии, у других при различных заболеваниях наблюдается повышенная чувствительность к боли, так называемая гипералгезия. Для того чтобы вызвать у них боль, достаточно применить более слабое раздражение, чем у людей с нормальной болевой чувствительностью. Болевой порог у этих людей снижен, и они реагируют на раздражение или повреждение кожи, совершенно незаметные для большинства людей.

Врачам нередко приходится сталкиваться с людьми, у которых сравнительно слабое раздражение вызывает мучительную, долго не затухающую боль. Иногда повышенная чувствительность ограничивается отдельными участками поверхности тела, иногда захватывает всю кожу и видимые слизистые оболочки.

Люди, страдающие повышенной чувствительностью, начинают жаловаться на болезненность при каждом прикосновении. Им трудно носить одежду, она вызывает у них болевое чувство. Достаточно слегка погладить кожу, чтобы вызвать чувство жжения, которое длится иногда довольно долго.

Чаще всего наблюдается повышенная чувствительность к температурным воздействиям. Опустив в воду руку, человек в зависимости от ее температуры ощущает либо тепло, либо холод. При  $33^{\circ}\text{C}$  рука испытывает приятное чувство равномерного тепла. Поэтому говорят, что для человека физиологическая точка лежит при этой температуре. При нагревании воды от  $33^{\circ}$  до  $45^{\circ}$  мы чувствуем тепло, от  $45^{\circ}$  до  $50^{\circ}$  — жар, а выше  $50^{\circ}$  — боль.

Американский физиолог Харди считает, что порог болевого ощущения, вызываемого нагреванием, лежит вокруг  $45^{\circ}$ . Однако умеренная, быстро прекращающаяся боль может возникнуть и при  $37-40^{\circ}$ . При охлаждении воды от  $33^{\circ}$  до  $12^{\circ}$  рука ощущает холод. Примерно при  $10-12^{\circ}$  чувство холода сменяется ощущением жара и, наконец, при  $3^{\circ}$  возникает боль.

Механизмы возникновения термической боли не совсем ясны. Высказывалось предположение, что причиной ее являются сменяющие друг друга сокращения и расслабления гладких мышечных волокон, окружающих кожные сосуды. Харди предложил гипотезу, согласно которой нагревание или охлаждение кожи приводит к нарушению



физиологических взаимоотношений в тканях, в частности к изменению электрического заряда (деполяризация) нервных окончаний, воспринимающих болевое раздражение. У людей с повышенной чувствительностью температура в  $40^{\circ}$  вызывает подчас невыносимое болевое ощущение. При охлаждении до  $10-15^{\circ}$  они испытывают сильную, напоминающую ожог боль.

Повышенную чувствительность кожи легко вызвать ее растиранием, расчесыванием, обмороживанием, нагреванием, солнечным ожогом, воздействием ультрафиолетовых лучей, электрическими и некоторыми химическими раздражениями.

Лица, страдающие повышенной чувствительностью, ощущают боль иногда даже при отдаленных воздействиях, т. е. когда раздражающий предмет только приближается к коже, даже не касаясь ее поверхности. Это зависит от образования условных рефлексов на болевое раздражение. Предмет, когда-то в определенных условиях вызвавший боль, превратился в условный раздражитель. В основе повышенной чувствительности лежат либо болезненные изменения кожных рецепторов или чувствительных нервных волокон, либо подчас очень серьезные нарушения деятельности центральной нервной системы.

Ученые уже давно интересовались проблемой повышенной болевой чувствительности. Одни исследователи склонны думать, что в коже образуются какие-то химические вещества, по-видимому, близкие к гистамину. Другие объясняют повышенную чувствительность различными патологическими процессами в мозгу. Клиницистам хорошо известно, что при заболеваниях зрительных бугров головного мозга почти вся поверхность тела становится особенно чувствительной к раздражениям. В некоторых случаях повышенная чувствительность к боли наблюдается при поражениях коры больших полушарий задних столбов спинного мозга и т. д.

Следует учесть, что встречаются больные, у которых отсутствуют какие-либо объективные, физиологические поводы для возникновения болевого ощущения, и все же они жалуются на нестерпимые боли. Обычно это невротики, люди мнительные, склонные к преувеличениям, фантазиям. Боли, которые они якобы испытывают, относятся к категории воображаемых и требуют вмешательства специалиста-невропатолога или психиатра.



## Пониженная чувствительность к боли

Встречаются, хотя и не очень часто, люди, слабо реагирующие на боль. При различных заболеваниях нервных стволов головного и спинного мозга чувствительность к боли понижается. Иногда на поверхности тела можно обнаружить участки, раздражение или повреждение которых не вызывает боли. Пониженная болевая чувствительность (гипоалгезия) наблюдается также при некоторых нервных и психических заболеваниях, например при истерии.

Отдельные представители зарубежной науки пытались доказать, что «неполноценные» и расовом отношении люди менее чувствительны к боли, чем представители «высшей» расы. И до сих пор нередко приходится слышать, что состояние «моральной тупости» у преступников-психопатов сопровождается снижением болевой чувствительности.

Один такой «экспериментатор», обследовав 266 «привычных преступников», обнаружил, что у 107 из них болевая чувствительность была понижена, а у 38 — почти полностью отсутствовала. Из этого был сделан вывод, что надо усилить наказания и не бояться «физических воздействий». Под категорию закоренелых преступников расовая «наука» подвела негров, цыган и всех представителей «низшей» расы, а заодно и «нарушителей спокойствия» без различия цвета кожи, национальности и местожительства.

Полная нечувствительность человека к боли является редко встречающейся аномалией и представляет большой научный интерес. Поэтому каждый такой случай подробно изучается. Полученные результаты позволяют по-новому подойти к разрешению некоторых спорных сторон проблемы боли.

Л. А. Орбели в своих лекциях по физиологии нервной системы приводит случай полной нечувствительности к боли. Один швейцарский врач с большим терапевтическим опытом в течение многих лет занимался медицинской практикой и с большим искусством обследовал своих пациентов. Он прекрасно ориентировался в изменениях пульса, различая самые тонкие оттенки пульсовой волны, умело прощупывал внутренности и легко разбирался в их положении, величине, консистенции, но в то же время

был полностью лишен  
жизни в том числе кожную  
резать и калоды. При э  
прикосновения. Соплас  
был после смерти тшат  
спинного мозга отсутс  
ты со дня рождения. Д  
вие какого-то заболева  
Во время второй м  
миссию воздушных си  
с жалобами на полнук  
комиссией предстал  
здоровый и полный с  
в раннем детстве он  
левания уха. Пример  
странными припадкам  
ству окружающих, те  
сию, что в течение в  
боли. Он не испытыва  
зубов бормашиной, п  
циях, порезах и т. д.  
ных прививок проти  
рука, но чувства бол  
нец, когда ему на  
области голени, боль  
рану. Капрал утвер  
ли, что ни побои, ни  
щения боли. Он ни  
никогда не ощуща  
условиях фронта к  
и не мог себе предс  
Врачебная коми  
на своим пациентом  
дованию, и в конце  
перед ними не сим  
военной службы, а  
чувством боли.  
Применяя тепл  
величины различны  
установили, что да  
кожи лба, спины и  
ное тепло и в неко



был полностью лишен болевой чувствительности. Его кожу, в том числе кожу пальцев, можно было безболезненно резать и колоть, при этом он испытывал только чувство прикосновения. Согласно завещанию спинной мозг его был после смерти тщательно гистологически исследован. Оказалось, что группы мелких клеток в задних рогах спинного мозга отсутствовали: либо они были недоразвиты со дня рождения, либо подверглись атрофии вследствие какого-то заболевания.

Во время второй мировой войны в медицинскую комиссию воздушных сил США обратился 25-летний капрал с жалобами на полную нечувствительность к боли. Перед комиссией предстал молодой мужчина, на вид вполне здоровый и полный сил. При расспросе выяснилось, что в раннем детстве он подвергся операции по поводу заболевания уха. Примерно с восьми лет он начал страдать странными припадками, во время которых, по свидетельству окружающих, терял сознание. Капрал уверял комиссию, что в течение всей сознательной жизни не чувствовал боли. Он не испытывал болевого ощущения при сверлении зубов бормашиной, подкожных и внутримышечных инъекциях, порезах и т. д. Несколько раз после продолжительных прививок против тифа и столбняка у него опухала рука, но чувства боли он не испытывал ни разу. И, наконец, когда ему нанесли топором глубокое ранение в области голени, боль отсутствовала, несмотря на зияющую рану. Капрал утверждал, и его родители это подтвердили, что ни побои, ни болезни не вызывали у него ощущения боли. Он никогда не страдал от морской болезни, никогда не ощущал зуда после укуса насекомых. В условиях фронта капрал легко переносил жару и холод и не мог себе представить, что значит головная боль.

Врачебная комиссия была чрезвычайно заинтересована своим пациентом. Его подвергли всестороннему обследованию, и в конце концов врачи пришли к выводу, что перед ними не симулянт, пытающийся освободиться от военной службы, а действительно человек, незнакомый с чувством боли.

Применяя тепловой метод определения пороговой величины различных болевых ощущений (стр. 229), врачи установили, что даже при очень интенсивном нагревании кожи лба, спины и рук «больной» ощущает лишь умеренное тепло и в некоторых случаях легкое покалывание,



хотя его товарищи испытывали в аналогичных условиях острую боль. Он не жаловался на мышечную боль при длительных сокращениях мышц, не ощущал боли в носоглотке при раздувании в ней резинового баллона и т. д. Следует помнить, что все эти манипуляции вызывают у нормальных людей ощущение сильной боли.

При погружении руки в ледяную воду удивительный пациент чувствовал «холодок», но не испытывал боли, подобно своим товарищам. Введение в кровь гистамина вызывало у него покраснение лица, учащение сердцебиения, ощущение тепла, но отнюдь не головную боль, как это имеет место у всех нормальных людей.

После долгих и подчас весьма неприятных исследований комиссия пришла к выводу, что у больного имеются нарушения деятельности центральной нервной системы. По-видимому, после операции у него возникли какие-то изменения в коре головного мозга или в зрительных буграх, что и привело к потере болевой чувствительности.

В 1965 г. в одном из французских журналов была опубликована история больного М. Б. 62 лет, поступившего в нейрохирургический госпиталь в Буэнос-Айресе по поводу приступов общих судорог. Обследуя больного, врачи обратили внимание, что у него полностью отсутствуют роговичный и глоточный рефлекс. В дальнейшем выяснилось, что на всей поверхности кожи у больного отсутствовала болевая чувствительность. Болевые раздражения — уколы, ожоги — не вызывали у него ни чувства боли, ни какой-либо заметной защитной реакции. Нельзя было отметить даже малейших изменений со стороны сердечной деятельности, дыхания, кровяного давления. Отсутствовали также реакции зрачка. Болевая чувствительность сохранилась только в области мошонки, да и то была значительно снижена. Некоторые манипуляции, обычно очень болезненные (как, например, вдувание воздуха в желудочки мозга, исследования мочевого пузыря), у этого больного не вызывали неприятных ощущений.

Наиболее интересные результаты были получены при гистологическом исследовании кожи. Оказалось, что в коже (за исключением мошонки) отсутствовали свободные нервные окончания, являющиеся рецепторами боли.

Несколько лет назад в газете «Юманите» было напечатано такое сообщение: «Один английский мальчик, Питер Беркли, нечувствителен к боли. Эта особенность



отмечена на всем его теле рубцами, оставшимися на память от несчастных случаев. Если он нечаянно порежется, то уже до кости. Однажды его мать увидела, как он идет к ней навстречу, хромая, но с безмятежным лицом: он только что сломал ногу. Сейчас Питеру 11 лет, и его родители, наконец, спокойно вздохнули — он внял их предупреждениям и стал более осторожен, хотя и не испытывает какого-либо страха перед болью».

Венгерский ученый Хораньи утверждает, что человек жизнеспособен и при отсутствии болевой чувствительности. По его данным, в литературе описано около 20 случаев, когда с младенческого возраста отмечалось врожденное отсутствие болевой чувствительности. Однако сверхсильные раздражения вызывали у них защитно-оборонительные движения, выделение адреналина и т. д. Отсутствовало только чувство боли.

К сожалению, наука не располагает сколько-нибудь достоверными сведениями о непосредственных причинах отсутствия чувства боли у человека. Между тем, как указывает французский невропатолог Гарсен, вопрос этот имеет важнейшее значение для борьбы с болью в клинической практике. Если бы мы точно знали, какие механизмы нарушаются при врожденной нечувствительности к боли, какие анатомические образования при этом страдают, в каком месте приостанавливается или извращается поступление болевой информации, нам легче было бы облегчать боль, с которой мы подчас не можем справиться. Тот факт, что нечувствительность к боли охватывает все физиологические системы человека, указывает на ее центральное происхождение. Быть может, когда-нибудь искусственное разрушение или выключение определенных отделов головного мозга поможет врачу освободить больного от терзающих его болей. Пока же каждый случай отсутствия болевых ощущений требует тщательного изучения и подробного описания.

Несколько слов следует сказать еще об одном, довольно редко встречающемся заболевании — отсутствии реакции на болевое раздражение. Больной при этом отчетливо испытывает боль, иногда очень тяжелую, но никак на нее не реагирует. Как показали анатомические исследования, у лиц, страдающих подобного рода заболеванием, имеются очаги перерождения в лобных и теменных отделах головного мозга.



## Методы экспериментального изучения болевого ощущения

Вероятно, не один раз на страницах этой книги придется повторять, что боль экспериментальная, вызванная в лабораторных условиях у животных или у человека, как по своему внешнему проявлению, так и по внутренней сущности отличается от боли клинической, патологической, от болевого страдания, с которым имеют дело врачи у постели больного. Экспериментальное изучение боли помогает медицинской науке постичь механизмы, особенности, нюансы мучительного ощущения, с которым так хорошо знакомы и медики, и их пациенты. Понять причины и механизмы болевого ощущения, найти необходимое обезболивающее средство, изучить влияние боли на организм (так называемый болевой эффект) легче в лабораторном эксперименте, на соответствующей болевой модели, чем в клинике.

Экспериментальное изучение боли имеет особо важное значение для фармакологии. Подчас легче всего дать количественную оценку интенсивности болевого ощущения, вводя в организм возрастающие или убывающие дозы того или иного болеутоляющего препарата. Существует определенная зависимость между болью и болеутоляющим эффектом, точно так же как между кашлевым рефлексом и подавляющими его лекарственными препаратами, спазмом гладкой мускулатуры и противоспазматическими средствами и т. д.

Наиболее важным и наиболее сложным вопросом является объективизация болевого ощущения.

Напомним еще раз читателю, что боль является чувством субъективным, весьма различно эмоционально окрашенным у разных людей. Интенсивность, характер, оценка ее зависят в первую очередь от личного восприя-



глава  
ния

тия и пока еще не поддаются сколько-нибудь закономерной математической регистрации, по крайней мере у человека. Если больной или испытуемый хотят скрыть боль или преувеличить ее, они всегда могут ввести в заблуждение врача и экспериментатора и тем самым извратить результаты исследования или опыта. Прямых, точных показателей болевого ощущения не существует. Не изобретены еще приборы, оценивающие силу и характер боли. Мы судим о ней, как правило, по косвенным явлениям, но в основном, изучая боль у человека, руководствуемся его субъективными оценками.

В опытах на животных дело обстоит значительно проще. Животное не сидит молча, когда мы его колем, раздражаем электрическим током или вводим какое-нибудь химическое вещество. И кошка, и собака, и крыса, и даже безропотные кролик и морская свинка пытаются убежать, кричат, кусают экспериментатора. Они не умеют, да и не стремятся скрывать реакцию на боль. Вот почему у животных удастся зарегистрировать некоторые показатели, объективно отражающие возникновение, развитие и интенсивность болевого ощущения специальными приборами.

И все же крупнейший специалист в этой области — американский ученый Бичер, описавший более двухсот методов исследования болевого ощущения, вызванного теплом, электрическим током, механическими или химическими раздражителями, вынужден признать, что дать объективную оценку болевого ощущения у человека почти невозможно, а у животных достаточно трудно.

Наиболее простой метод, которым охотно пользуются в лабораториях, — это раздражение какой-либо определенной точки кожной поверхности. Постоянно повышая силу раздражителя, экспериментатор находит болевой порог, примерно одинаковый у животных и человека. Однако по своим физиологическим и психологическим особенностям боль, вызванная воздействием на одну точку, весьма отдаленно напоминает патологическую.

Более сложны методы с применением длительных болевых раздражений, охватывающих большие участки кожи, сухожилий, мышц, иногда внутренних органов, брюшины, поверхности суставов. Обычно при исследованиях подобного рода пользуются слабыми подпороговыми раздражителями, а порогом служит время, необходи-



мое для того чтобы вызвать боль. Вряд ли методы подобного рода могут найти широкое применение при изучении боли у человека. Но в опытах на животных они подчас позволяют решить некоторые неясные вопросы, связанные с возникновением и снятием боли.

Чтобы вызвать болевое ощущение у животного, используют обычно механические, электрические, температурные и химические раздражители. В лабораторной практике часто применяется метод сжимания хвоста у некоторых видов подопытных животных (например, у крыс, кошек). Для этого изготавливаются специальные калиброванные зажимы, позволяющие количественно усиливать давление. Боль, возникающая при наложении зажима на корень хвоста, связана с раздражением чрезвычайно болезненных копчиковых нервов.

Сжимание пальцев на лапках, ушей, отдельных участков кожи также находит применение в эксперименте. Такие способы особенно удобны при работе с морскими свинками. Боль вызывают с помощью пинцетов типа артериальных зажимов. Животные иногда вовсе не реагируют на воздействие, что говорит о подпороговой силе раздражителя, либо проявляют признаки беспокойства, начинают открывать рот, жалобно кричать, отказываются от пищи и т. д.

Наиболее распространенный болевой раздражитель во всех лабораториях мира — электрический ток. Его используют в разных видах, в разных вариациях. Применяют и сильный, и слабый токи, и постоянный, и переменный. В одних случаях накладывают электроды, в других — пропускают ток через пол или стенки клеток. Током раздражают кожу, слизистые, нервные стволы, внутренние органы.

Для определения порога болевого ощущения венгерский ученый Тедешки предложил метод провокации агрессии. Уже давно известно, что обезьяны при нанесении им болевого раздражения вступают в драку. Если поместить в клетку несколько мышей или крыс и пропускать через дно клетки электрический ток (в течение трех минут), животные начинают между собой «войну» (дерутся, кусаются и т. п.). Показателем агрессии служат повторяющиеся столкновения. Метод этот прост и удобен. Наиболее отчетливо агрессия воспроизводится весной и осенью, в летний период исследования дают пестрые результаты.

Шокирование животных  
и электрическим током  
для обнаружения болевых  
реакций. В опытах на  
морской свинке. Кролики  
при изучении действия  
паратов и во многих случаях  
оценку интенсивности реакции  
проста. В верхних резах  
сверливается узкий канал  
железнице наносится слабый  
или каким-либо болевом  
торое удобнее всего вводить  
При возникновении  
мает голову кверху. К  
положную сторону,  
кричать.

Многие исследователи  
животных метод амер  
фа и Гуделла (стр. 22)  
вотного фокусирован  
новения боли животн  
вает морду. Прогрева  
данные, так как пр  
вотное может отвер  
Интереснейшие раз  
болевым раздражени  
вой главе.

О болевой реакци  
нению некоторых с  
казателей. Боль с  
сопротивлением, к  
ния, учащением пу  
(рис. 24 и 25), сл  
чительными изме  
головного мозга,  
ческого рефлекса.  
адреналина и по  
уровень сахара.



Широкое распространение получил подробно разработанный американским физиологом Скоттом метод раздражения пульпы зуба электрическим током или различными химическими веществами. Уже говорилось о том, что в зубах обнаруживаются одни лишь болевые рецепторы и поэтому любое раздражение пульпы может вызвать только боль, а не ощущение тепла, холода, прикосновения. «Зубной» метод применим преимущественно в опытах на морской свинке, кролике, кошке или собаке. Он удобен при изучении действия различных обезболивающих препаратов и во многих случаях позволяет дать объективную оценку интенсивности болевого ощущения. Методика его проста. В верхних резцах с помощью бормашины просверливается узкий канал, достигающий пульпы. Раздражение наносится слабым электрическим током, теплом или каким-либо болевотворным химическим веществом, которое удобнее всего вводить путем электрофореза.

При возникновении боли морская свинка резко поднимает голову кверху, кролик отворачивает ее в противоположную сторону, а кошка начинает мяукать или кричать.

Многие исследователи используют в эксперименте на животных метод американских физиологов Харди, Вольфа и Гуделла (стр. 229), направляя на хвост или нос животного фокусированный тепловой луч. В момент возникновения боли животное отдергивает хвост или отворачивает морду. Прогревание хвоста дает более убедительные данные, так как при тепловом воздействии на нос животное может отвернуться еще до возникновения боли. Интереснейшие результаты получены при химическом болевом раздражении. Но об этом речь пойдет в специальной главе.

О болевой реакции у животного судят обычно по изменению некоторых физиологических и биохимических показателей. Боль сопровождается резкими движениями, сопротивлением, криком, повышением кровяного давления, учащением пульса и дыхания, расширением зрачков (рис. 24 и 25), слюноотделением, мочеиспусканием, значительными изменениями биоэлектрической активности головного мозга, сдвигами со стороны кожно-гальванического рефлекса. В крови резко возрастает содержание адреналина и норадреналина, значительно повышается уровень сахара.





Рис. 24. Реакция обезьяны на сильное болевое раздражение (по Ремеру)

Теми же критериями, как мы увидим, пользуются при оценке интенсивности болевого ощущения у человека. Разница заключается только в том, что человек может рассказать о своих ощущениях, а животное лишено этой возможности. Следует отметить, что, как правило, болевое ощущение, вызванное экспериментальным путем, изучают в виде комплексной реакции. Она складывается из большого числа отдельных элементов — биохимических, двигательных, висцеральных (явления со стороны внутренних органов), психических. Все компоненты болевой реакции тесно связаны между собой и неотделимы друг от друга. Можно сказать, что внешние проявления реакции, возникающей при чрезмерных раздражениях, характеризуют болевое поведение подопытного животного (рис. 24). Поэтому она носит целостный характер. На самом же деле болевой синдром можно разложить на простые множители, как большую и сложную математическую величину. Эту трудную, еще недавно непосильную

На берегу Сены, в подзуме  
факультета научных знаний  
разработал оригинальный метод  
Свои опыты Шарпантье  
привязывает и не травмирует  
обычной клетке из плексигласа  
и не видит исследователя.  
соседней комнаты. Болевое  
раздражение током (на смоченном  
хвост животного накладывают  
электрод прикорня хвоста, отрицательный  
Раздражение током длится 1-2  
секунды). Напряжение тока — 150  
вольтам, сила — 0,66 миллиампер.  
вого ощущения у белых крыс  
невозможно, чтобы вызвать  
животного, довольно стабильно  
там. При повторных раздражениях  
другом с короткими интервалами  
снижается. Поэтому для поддержания  
следует применять повторные раздражения  
через 30 секунд.



Рис. 25. Расширение  
объемов. А — до



задачу удалось в значительной мере решить на кафедре психофизиологии Парижского университета, руководимой А. Сулераком.

На берегу Сены, в полукилометре от Собора Парижской богородицы, расположилось новое многоэтажное здание факультета научных знаний университета, где уже много лет изучают проблему боли. Здесь Шарпантье разработал оригинальный метод объективной регистрации болевого ощущения у животных.

Свои опыты Шарпантье ставит на крысах. Он их не привязывает и не травмирует. Животное находится в обычной клетке из плексигласа, свободно передвигается и не видит исследователя, который ведет наблюдение из соседней комнаты. Болевое ощущение вызывается электрическим током. На смоченный физиологическим раствором хвост животного накладываются две тонкие проводочки, освобожденные на концах от изоляции. Положительный электрод прикреплен на расстоянии 1 см от корня хвоста, отрицательный — в 1,5 см книзу от него. Раздражение током длится 10 мсек (тысячные доли секунды). Напряжение тока в разных опытах равно 10—150 вольтам, сила — 0,66—10 миллиамперам. Порог болевого ощущения у белых крыс, т. е. напряжение тока, необходимое, чтобы вызвать вздрагивание или подпрыгивание животного, довольно стабилен и равен в среднем 28 вольтам. При повторных раздражениях, следующих друг за другом с короткими интервалами, порог большей частью снижается. Поэтому для получения точных результатов следует применять повторное раздражение не ранее чем через 30 секунд.

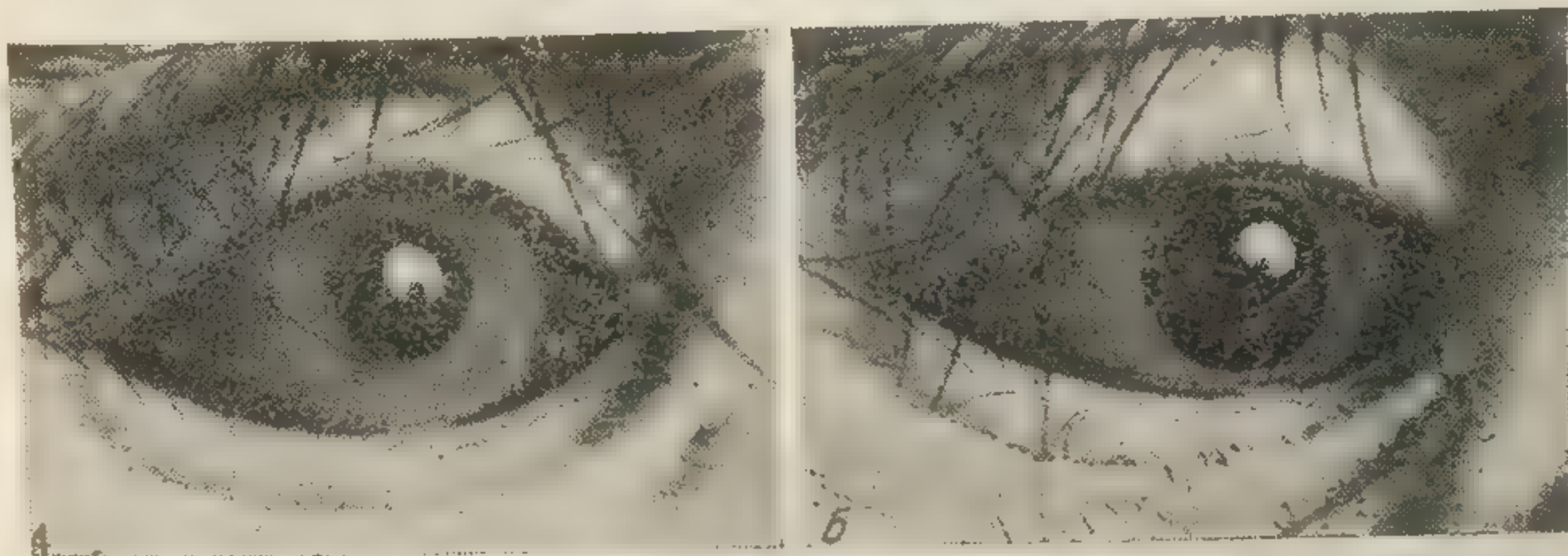


Рис. 25. Расширение зрачка при болевом раздражении у обезьяны. А — до раздражения; Б — после раздражения



В некоторых случаях применяется метод раздражения тройничного нерва (так называемый тригеминальный тест). Возникающая при этом боль в какой-то, правда, весьма отдаленной степени напоминает невралгию тройничного нерва, с которой так часто приходится иметь дело врачам. К тому же путь болевого импульса при раздражении одной из ветвей тройничного нерва значительно короче, чем при болевом воздействии на копчиковые нервы, и боль отличается большей интенсивностью и длительностью.

Тригеминальный метод требует предварительной подготовки животного. Под общим наркозом у крысы выводят вторую (подглазничную) ветвь нерва и освобождают ее от окружающей клетчатки. К нерву прикрепляют тонкие проволочки, подшитые к мягким тканям черепа. Боль вызывают электрические разряды длительностью в 10 мсек.

Болевая реакция складывается у крысы, по Шарпантье, из четырех составных элементов: резкого движения или прыжка, бегства, крика и конечной осмысленной реакции, выражающейся в попытке сорвать или укусить электроды.

Болевая реакция оценивается по специальной шкале.

Для резкого движения или прыжка: движение головы — 1; движение всего тела — 2; подпрыгивание, когда все четыре лапки животного отделяются от пола, — 3.

Для бегства: животное отскакивает в сторону, не делая ни одного шага, — 1; животное делает один шаг или поворачивается на месте всеми четырьмя конечностями — 2; животное делает несколько шагов — 3; животное бежит и пытается взобраться на стенку — 4.

Для крика: крик едва слышный — 1; крик хорошо слышный, однократный — 2; длительный или повторный крик — 3.

Для укуса электродов: поворот головы к проводу — 1; животное берет провод в пасть или кусает его один раз — 2; животное в течение длительного времени кусает провод — 3.

Эта тщательно разработанная шкала нарастающего болевого ощущения не только позволяет получить объективное представление о силе и характере боли, но и дает возможность разложить его на составные части. Опыт начинается со слабого подпорогового раздражения. Боле-

вой стимул не  
невелики. Живот  
ным, неподвижн  
говому. Крыса  
иногда слегка  
вых раздражен  
электроды. При  
вается и по об  
новится достат  
дение централ  
кричать и куса  
но для болевой  
из ее составн  
При изуче  
ничного нерва  
Для резко  
вы — 1; движе  
пок — 2; пере  
Для бегст  
кожной боли  
Для крика  
по слышный  
длительный  
окончания р  
Для попп  
лапку на ме  
ки — 2; хва  
хватается за  
реакция пр  
Через ус  
значительн  
ние, прыж  
фиксируют  
26, 27, 28,  
ки, функц  
опыт реги  
после его  
Всем и  
посоветова  
скую уста  
всего реги  
записать  
ного и ра



вой стимул непродолжителен, напряжение и сила тока невелики. Животное не реагирует; оно остается спокойным, неподвижным. Но вот стимул приближается к пороговому. Крыса едва заметно вздрагивает, меняет позу, иногда слегка подпрыгивает. При слабых или подпороговых раздражениях она не кричит, не пытается укусить электроды. При усилении раздражения реакция увеличивается и по объему, и по содержанию. Когда стимул становится достаточно сильным и наступает резкое возбуждение центральной нервной системы, животное начинает кричать и кусать электроды. Бегство совсем не специфично для болевой реакции, хотя и является у крысы одной из ее составных частей.

При изучении боли, вызванной раздражением тройничного нерва, применяется несколько измененная схема.

Для резкого движения или прыжка: движение головы — 1; движение всего тела, поднятие передних лапок — 2; переход в вертикальное положение — 3.

Для бегства: те же показатели, что и при изучении кожной боли.

Для крика: слабый, едва слышный крик — 1; крик хорошо слышный — 2; крик длительный, повторный — 3; крик длительный повторный, нередко продолжающийся после окончания раздражения, — 4.

Для попыток сорвать электроды: животное кладет одну лапку на морду — 1; кладет на морду две передние лапки — 2; хватается за морду двумя лапками — 3; повторно хватается за морду, пытается сбросить с нее раздражитель, реакция продолжается после окончания раздражения — 4.

Через усиливающую ламповую систему даже самые незначительные движения (настораживание, резкое движение, прыжок, бегство, укус или «стирание» электродов) фиксируются на движущейся ленте. Четыре схемы (рис. 26, 27, 28, 29) изображают конструкции и детали установки, функционирующей в лаборатории А. Сулерака. Весь опыт регистрируется автоматически и расшифровывается после его окончания.

Всем изучающим боль в лабораторных условиях можно посоветовать сконструировать подобного рода автоматическую установку. Она имеет немало преимуществ. Прежде всего регистрирующие механизмы позволяют объективно записать суммарное болевое поведение подопытного животного и расчленить его на отдельные составные элементы.



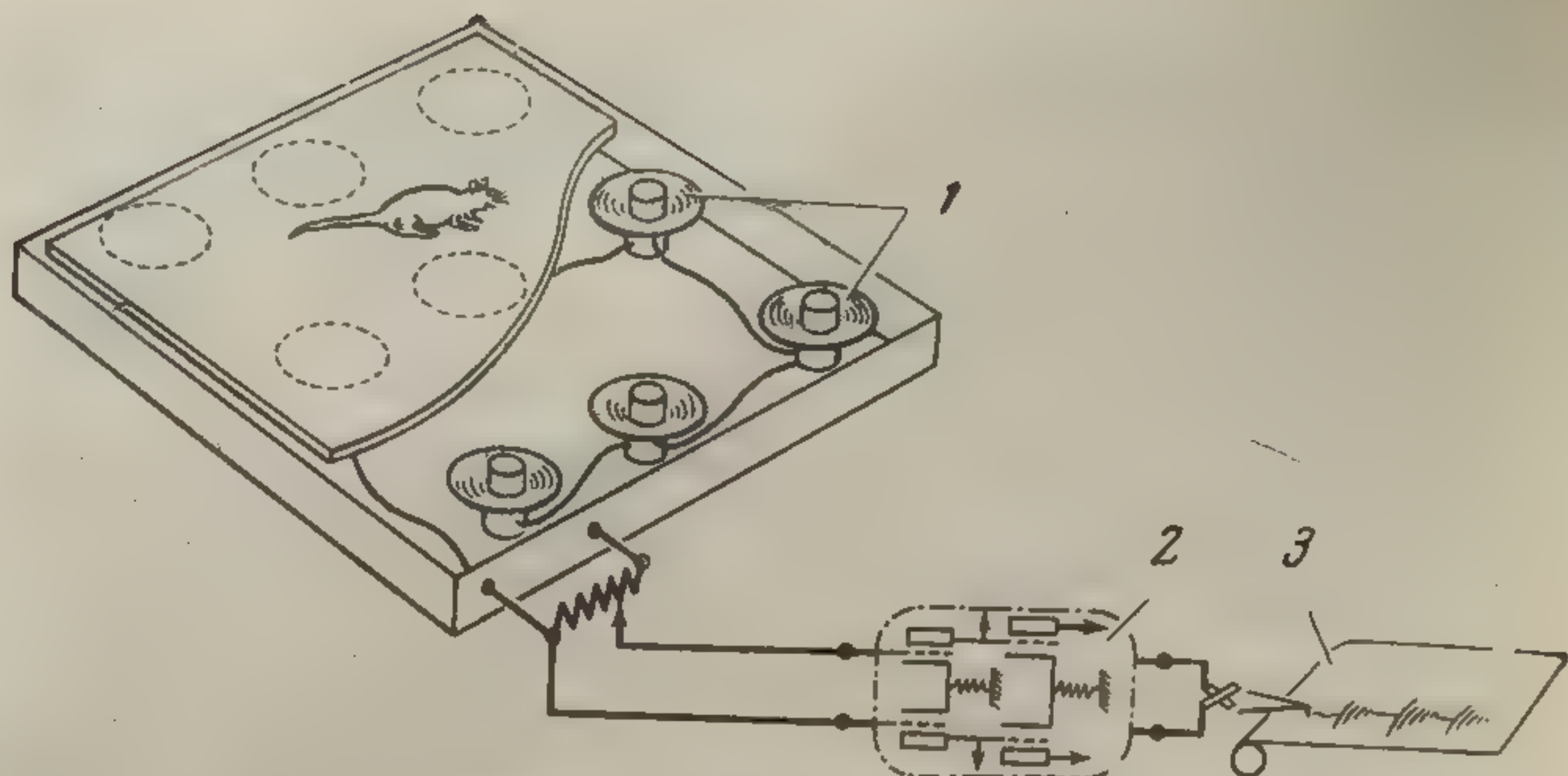


Рис. 26. Регистрация резкого движения или прыжка

Подвижный пол клетки опирается на 9 соленоидов. В тот момент, когда крыса совершает резкое движение, в ближайшем к ней соленоиде образуется магнитное поле. Возникающий при этом электрический ток записывается на ленте электроэнцефалографа

1 — соленоиды; 2 — регулятор напряжения; 3 — электроэнцефалограф

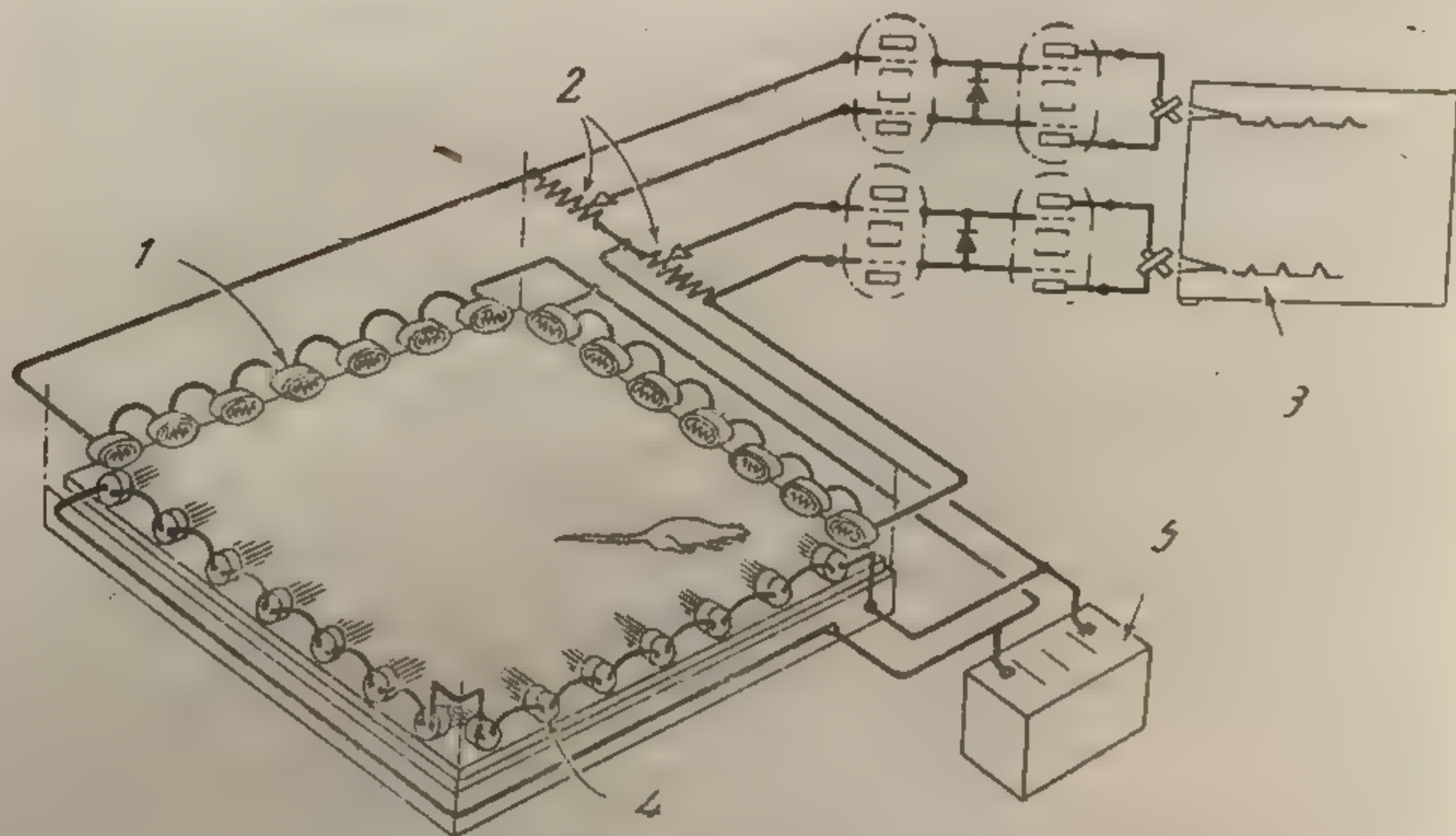


Рис. 27. Регистрация бегства

Пробегаая между батареей электрических ламп и фотоэлементами, крыса изменяет в них сопротивление от 500 000 до 5000 ом. Резкие колебания тока в фотоклетках мгновенно записываются на ленте электроэнцефалографа

1 — фотоэлементы; 2 — регулятор напряжения; 3 — электроэнцефалограф;  
4 — осветители; 5 — аккумулятор

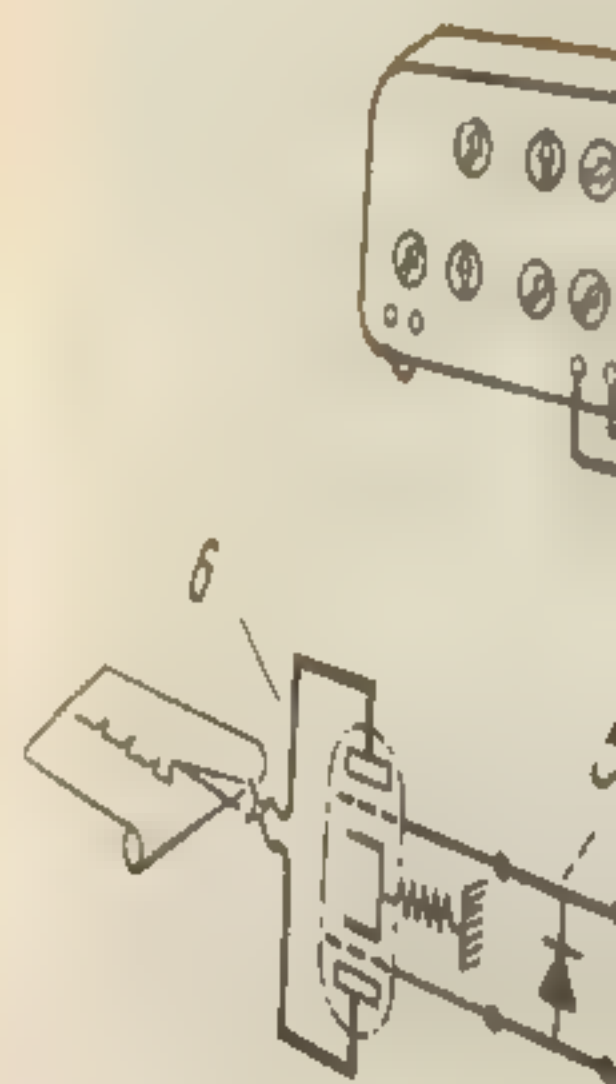


Рис. 29. Регистратор разности потенциалов. Между приводом и электродами возникает разность потенциалов, которая замыкает ток. Момент замыкания тока; 2 — металл; 3 — решетка; 4 — стимулятор тока; 5 —



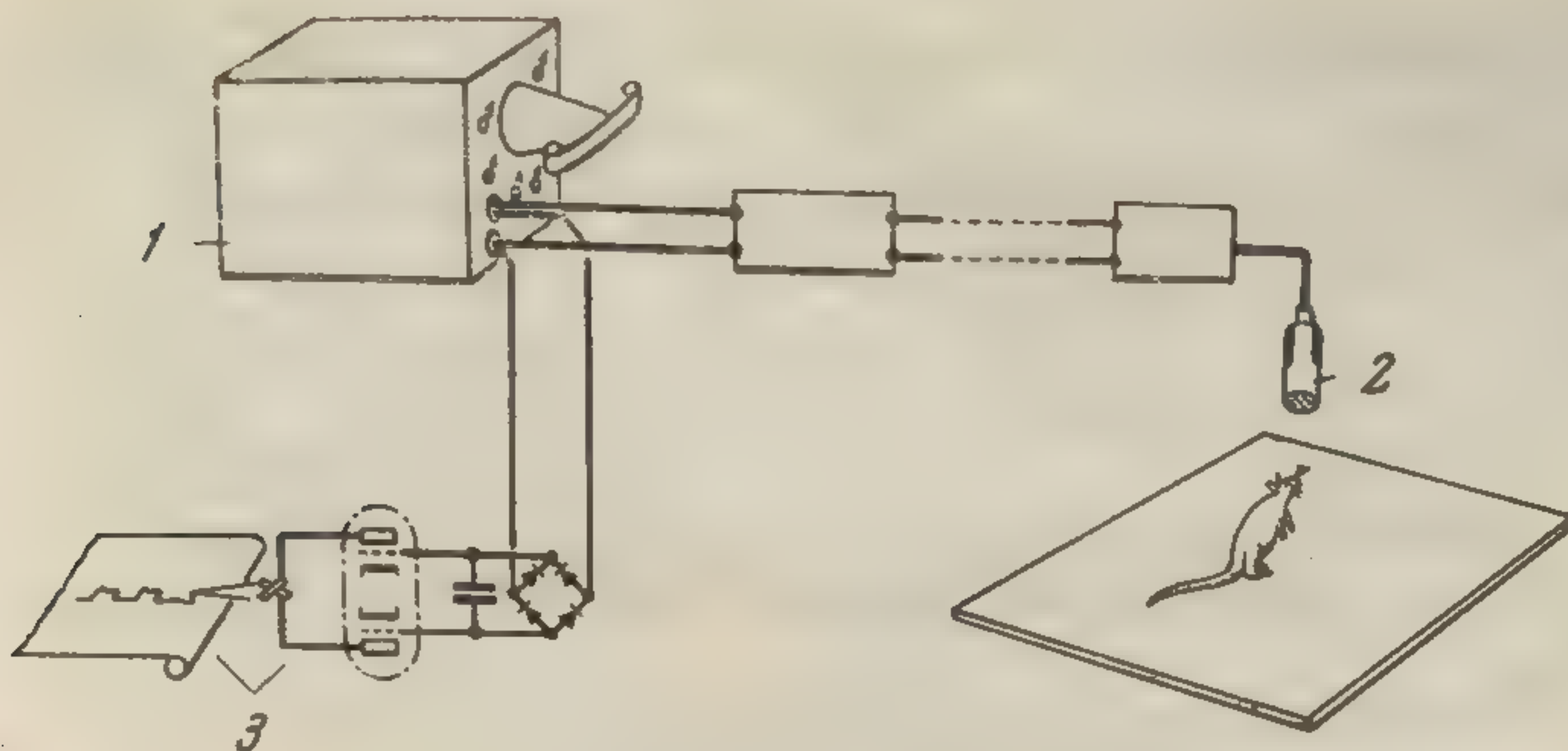


Рис. 28. Регистрация крика

В середине верхней крышки клетки расположен микрофон. В зависимости от интенсивности (между 30 и 30 000 циклами в 1 сек.) крик регистрируется на экране осциллографа или на ленте электроэнцефалографа

1 — осциллограф; 2 — микрофон; 3 — электроэнцефалограф

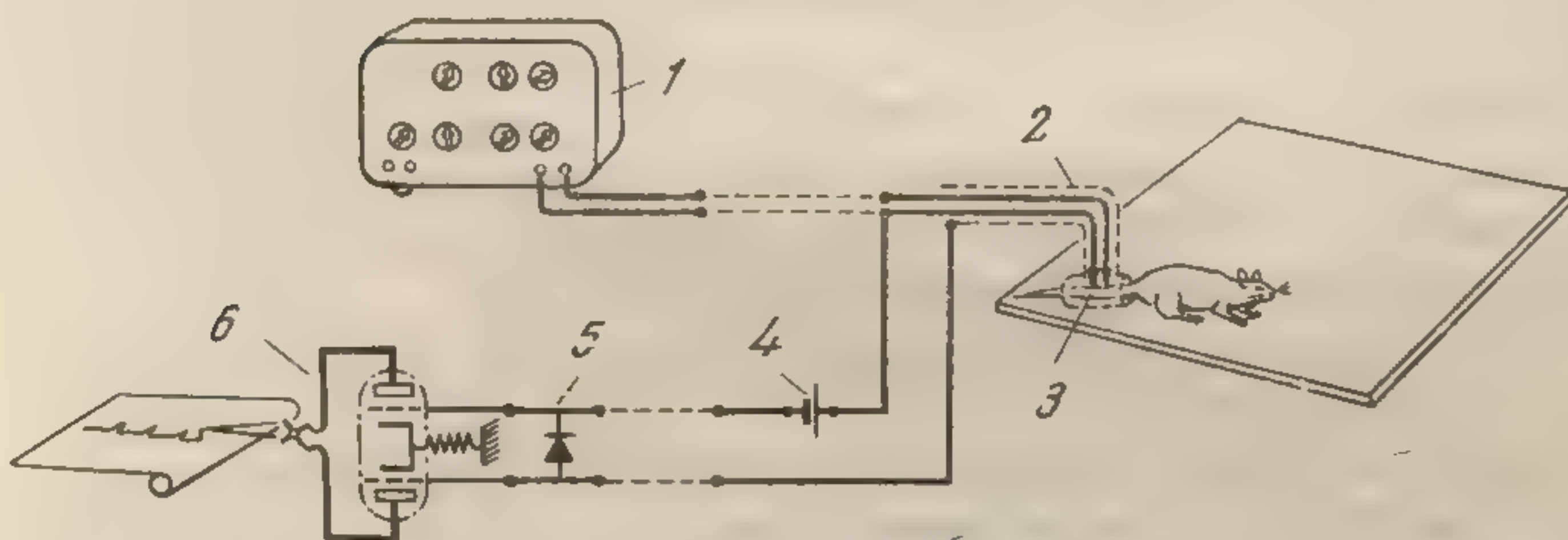


Рис. 29. Регистрация укуса электродов

Между приводом и электродами, фиксированными на хвосте крысы, устанавливается разница потенциалов в 4,5 вольта. Кусая электрод, животное замыкает ток. Момент замыкания регистрируется на ленте электроэнцефалографа

1 — стимулятор тока; 2 — металлическая оболочка; 3 — электроды; 4 — решетка; 5 — диод; 6 — регистрация



Субъективный подход к оценке интенсивности и характера болевой реакции полностью исключается.

Методика автоматической регистрации болевого поведения может быть использована при решении различных задач. Сочетая ее с записью биоэлектрической активности корковых и подкорковых отделов мозга, удастся сделать важные выводы о роли определенных нервных образований в возникновении, снятии и «осознании» как целостной, так и расчлененной на отдельные компоненты боли.

Широкие перспективы открывают методы автоматической регистрации в фармакологии и медицине. Ведь то, что мы наблюдаем в лабораторных условиях на экспериментальных животных, с известными ограничениями может быть перенесено в клинику для изучения болей. Можно думать, что не только экспериментальные, но и клинические боли когда-нибудь удастся расчленить на составные части. Мы уже видели, что разные нервные центры определяют характер и интенсивность отдельных элементов боли. Многие лекарственные препараты действуют на одни нервные центры и не действуют на другие. Найти эти отделы помогает описанная методика. Уже многие исследователи использовали ее в поисках новых обезболивающих средств. Так, от изучения болевого поведения экспериментальных животных идет прямой путь в клинику, к постели человека, страдающего от боли.

Изучение болевой чувствительности и болевого восприятия у человека имеет свою специфику и преследует в разных случаях разные цели. Методы исследования в зависимости от поставленной задачи могут быть различными. Исследователь идет одним путем при изучении физиологических, биохимических или фармакологических механизмов возникновения и снятия болевого ощущения и нередко совершенно другим — при оценке болевой чувствительности в клинике нервных или внутренних болезней.

В монографии, посвященной оценке субъективных ощущений человека при раздражениях, американский ученый Бичер называет порогом болевого восприятия ту минимальную силу раздражения, при которой предварительно ин-структированный испытуемый ощущает боль и сообщает об этом экспериментатору.

Врачи-невропатологи в своей повседневной клинической практике, для того чтобы обнаружить изменение (по-

вышение, снижение. ...  
сти, охотнее всего ...  
ных или слабых уколов  
Можно воспользоваться  
тишок либо стеклянных  
меняемых для определе-

Существуют особые  
губы), где порог болев  
областях поверхности  
чтобы вызвать боль.

Разумеется, метод

ностью, так как трудно

Были предложены

отмерять глубину уко

Русский врач Н. И.

на заседании Обществе

готовленный им прибор

с точностью до 1/200

бор представляет иглу

магнита, основанием

лнит. При уколе проис

Легкий укол ощущает

более глубоких укола

возникает чувство бе

и переходящее при бо

Чем глубже входит

боль.

Академик В. В. Па

на этом заседании,

сравнил его с «боле

в то время пользовал

В 1911 г. русский

простой метод иссле

Она сконструировала

гося по оси диска. На

на равном друг от дру

При помощи ручки ис

который, вращаясь, на

дующих на равном ди

зает быстро пайти об

тельности. Силу давлен

специальных грузиков



вышение, снижение, отсутствие) болевой чувствительности, охотнее всего пользуются методами нанесения сильных или слабых уколов обыкновенной иглой. Ощущение боли возникает в зависимости от интенсивности укола. Можно воспользоваться описанным на стр. 55 набором щетинок либо стеклянных или пластмассовых волосков, применяемых для определения порога прикосновения.

Существуют особо чувствительные зоны (нижнее веко, губы), где порог болевого ощущения ниже, чем в других областях поверхности тела, и требуется меньше усилий, чтобы вызвать боль.

Разумеется, метод уколов не отличается большой точностью, так как трудно дозировать силу и глубину укола.

Были предложены различные приборы, позволяющие отмерять глубину укола и силу наносимого раздражения. Русский врач Н. И. Кульгибин демонстрировал в 1894 г. на заседании Общества охранения народного здравия изготовленный им прибор механоэстезиометр, позволяющий с точностью до  $1/200$  мм дозировать глубину укола. Прибор представляет иглу, прикрепленную к якорю электромагнита, основанием которого является микрометрический винт. При уколе происходит механическое замыкание тока. Легкий укол ощущается как прикосновение, которое при более глубоких уколах становится ощутимее. Постепенно возникает чувство безболезненного укола, усиливающееся и переходящее при более глубоких уколах в чувство боли. Чем глубже входит в кожу игла, тем сильнее становится боль.

Академик В. В. Пашутин, который председательствовал на этом заседании, высоко оценил прибор Кульгибина и сравнил его с «болемером» О. О. Мочутковского, которым в то время пользовались русские клиницисты.

В 1911 г. русский врач К. И. Платонова предложила простой метод исследования болевой чувствительности. Она сконструировала приборчик, состоящий из вращающегося по оси диска. На ребре диска помещены в один ряд, на равном друг от друга расстоянии иглы равной высоты. При помощи ручки исследователь проводит по коже диск, который, вращаясь, наносит ряд равномерных уколов, следующих на равном друг от друга расстоянии. Это позволяет быстро найти область, лишенную болевой чувствительности. Силу давления можно регулировать при помощи специальных грузиков.



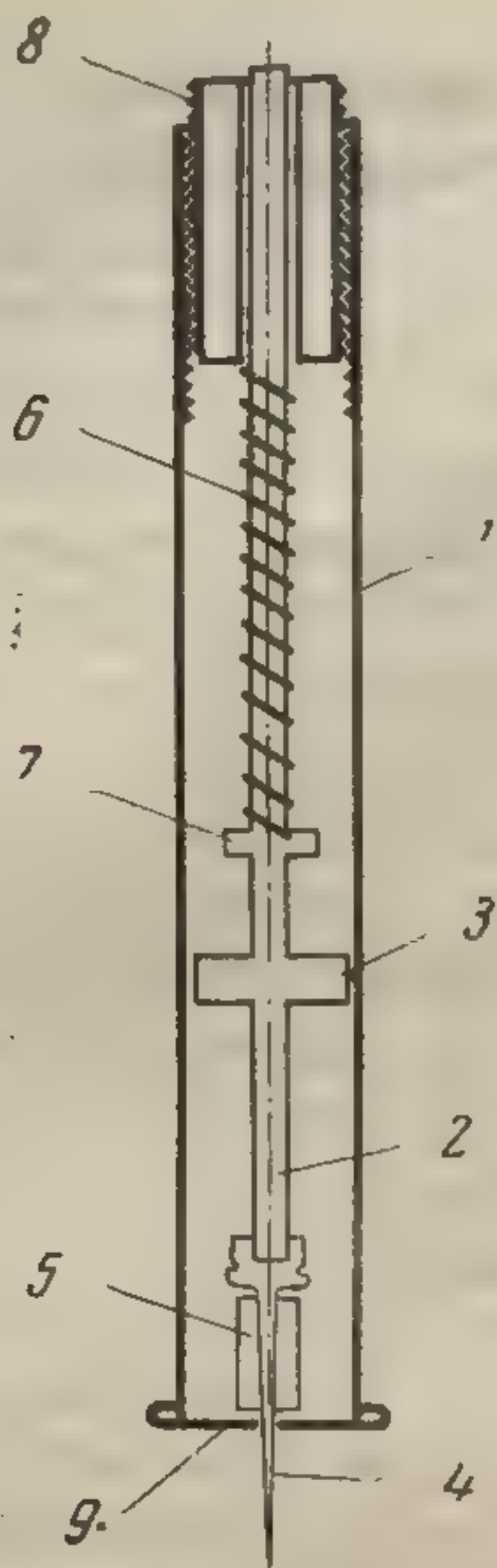


Рис. 30. Игла для оценки болевого ощущения, по Халфену

1 — цилиндрический корпус; 2 — шток; 3 — направляющая цилиндрическая насадка; 4 — игла; 5 — ограничительная насадка; 6 — пружина; 7 — выступ штока; 8 — винтовой регулятор; 9 — ограничитель с пропуском иглы

Благодаря винтовому регулятору или замене ограничительной муфты сила укола может меняться в самых широких пределах

Некоторые исследователи определяли порог болевого ощущения при помощи надавливания на кожу. Наилучшие результаты получены при надавливании кожи над костью, например, большого пальца руки или позади ушной раковины. Испытуемый при этом морщится от боли, у него меняется выражение лица, он вскрикивает. Это и есть порог болевого ощущения. Существуют специальные аппараты, позволяющие сдавливать пальцы. Сила давления может быть при этом количественно измерена. Любопытно, что еще в 1877 г. русский врач Ковалевский изготовил специальный сдавливающий аппарат. В 1880 г. М. Бух опубликовал в журнале «Врач» схему баральгезиметра (болеизмерителя). Этот аппарат состоит из круглого педала ( $1 \text{ см}^2$ ), на который давит пружинка со шкалой. Давление можно строго дозировать, доводя его до 3 кг. Специальную иглу для оценки болевого ощущения предложил советский клиницист Э. Ш. Халфен (рис. 30).

К сожалению, все эти приборы не получили широкого распространения и в настоящее время редко применяются. За рубежом и в меньшей степени у нас пользуется успехом так называемый ишемический метод изучения болевого



ощущения. Он был предложен еще в 1931 г. английским ученым Томасом Люисом и в последние годы усовершенствован американцем Бичером. Если перетянуть конечность (руку или ногу) жгутом и производить ею физические упражнения, возникает острая мучительная боль. Прекращение кровотока, недостаточное снабжение кислородом, изменение химических и физико-химических взаимоотношений в тканях приводят к возникновению с трудом переносимой боли.

Уже говорилось, что проще всего вызвать у испытуемого ощущение боли слабым индукционным током. К коже прикладывают электроды и включают ток различной силы. Ввиду того что сила тока может быть легко дозирована, нетрудно установить порог болевого ощущения.

Некоторые исследователи пробовали вызывать болевое ощущение у человека, раздражая электрическим током пульпу зуба. По-видимому, в некоторых случаях, особенно при определении пороговой дозы болеутоляющих веществ, этот метод очень прост и удобен. Необходимо только точно учитывать силу, напряжение и частоту тока, сопротивление тканей.

Однако электрические методы имеют свои недостатки. Если вызывать болевое ощущение несколько раз подряд, пороговая величина его все время повышается, т. е. каждый раз для вызывания болевого ощущения требуется все более и более сильное раздражение. Под влиянием электрического тока нарушается осмотическое давление тканевой жидкости, что приводит к изменению реакции рецепторов и притуплению болевой чувствительности. Через несколько часов, по мере восстановления состава и физико-химических свойств тканевой жидкости, порог болевого ощущения возвращается к норме.

Жгучее болевое ощущение можно вызвать с помощью ультразвука. С этой целью применяются специальные приборы, позволяющие дозировать раздражение.

Для более точных определений порога болевого ощущения предложен тепловой метод. Специальный долориметр сконструировали с этой целью американские ученые Харди, Вольф и Гуделл (рис. 31). Принцип определения заключается в следующем. Свет от лампы накаливания с помощью линзы с коротким фокусным расстоянием фокусируется через круглое отверстие величиной в  $1-2 \text{ см}^2$ , вырезанное в материале, не проводящем тепла. Позади



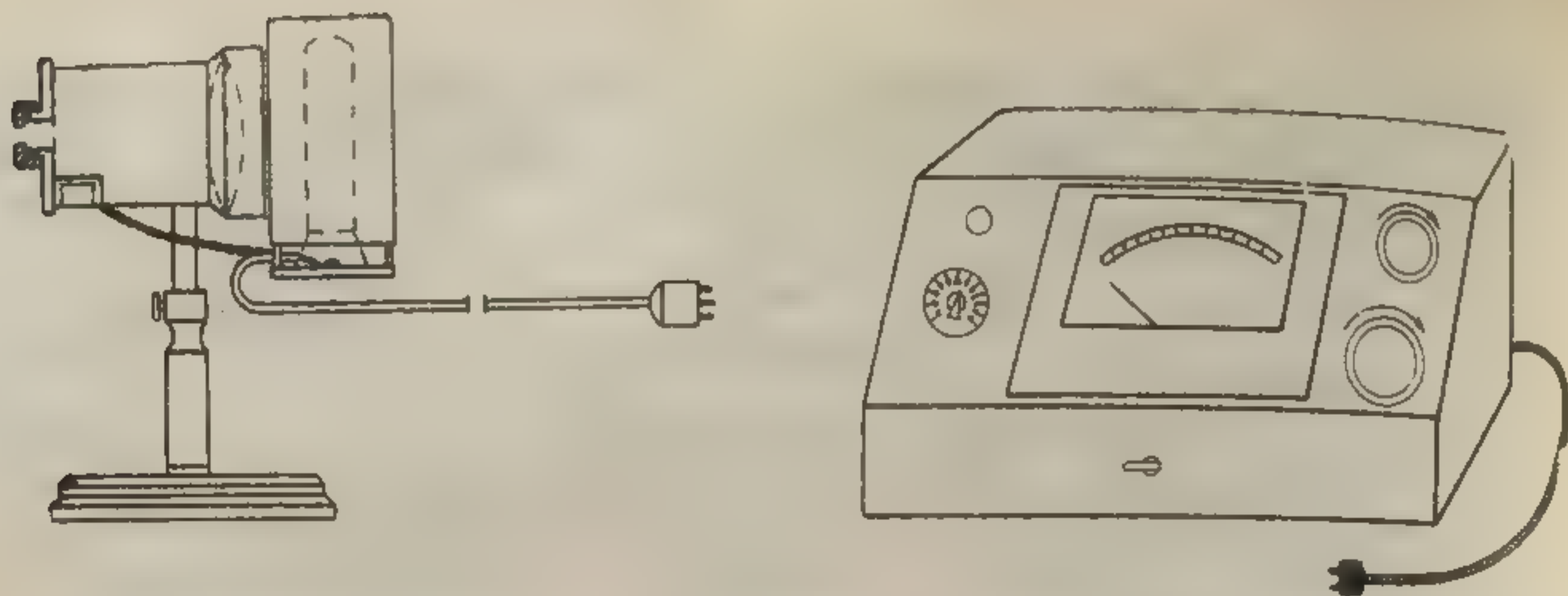


Рис. 31. Долориметр Харди — Вольфа — Гуделла

отверстия, между лампой и линзой, расположена шторка, которую можно открывать и закрывать в зависимости от длительности экспозиции.

Хорошо инструктированный или подвергшийся предварительной тренировке испытуемый усаживается в кресло, и определенный участок его кожи подвергается воздействию тепловых лучей. Обычно исследование начинается со лба. В качестве стандарта применяется трехсекундное воздействие. Предварительно поверхность облучаемой кожи тщательно окрашивают тушью в черный цвет. Это обеспечивает высокую степень поглощения излучения (до 90%) независимо от степени естественной пигментации кожи и устраняет осложнения, которые могут возникнуть при прогревании органов и тканей, расположенных позади кожного покрова.

Многочисленные исследования показали, что тепловой порог достигается при температуре кожи, равной приблизительно  $44,5^{\circ}\text{C}$ . В каждом отдельном случае высчитывается число калорий в секунду на квадратный сантиметр теплового излучения, которое требуется для того, чтобы нагреть кожу до критического уровня. Перед исследованием регистрируют температуру помещения и с помощью термпары определяют температуру кожи.

В зависимости от величины площади кожи, подвергающейся исследованию, применяются лампы различной мощности. Для площади в  $1-2\text{ см}^2$  пригодна лампа мощностью 500 ватт, для площади в  $10\text{ см}^2$  — лампа в 1500 ватт.

Определение порога болевого ощущения можно производить в любой области кожного покрова. Испытуемый ощущает только тепло, но к концу третьей секунды воз-

Рис. 32. Г

В зависимости  
сти болевой

никает чувство ос-  
пимой боли. Испы-  
болевого ощущения  
преодолеть боль. В  
и патологических)  
для возникновения  
нем на коже лба  
болевого порог ра-  
Харди и его с  
торая имеет 10 и  
лами». Один дол-  
Тепловой ме-  
распространение,  
мере субъективн  
полученные в ра-  
Оригинальную  
графии разработа-  
Сенсография позв  
туемом не только  
ний, но и выноси



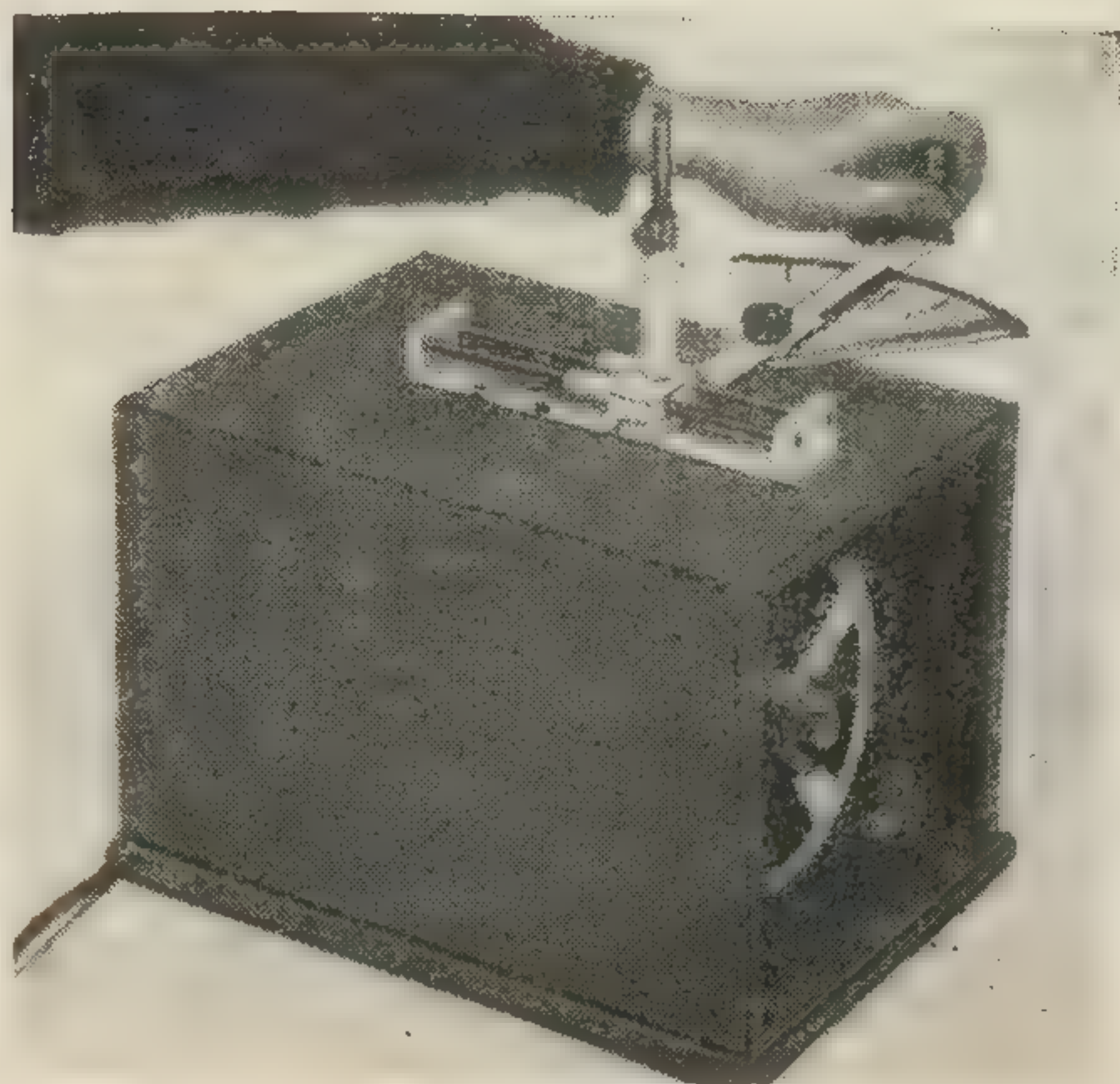


Рис. 32. Прибор для регистрации боли  
(по Смиту)

В зависимости от интенсивности и длительности болевого ощущения испытуемый передвигает ручку на шкале

никает чувство острой, колющей, в дальнейшем нестерпимой боли. Испытуемый должен сообщить о появлении болевого ощущения (рис. 32), а не стремиться выдержать, преодолеть боль. В различных условиях (физиологических и патологических) интенсивность излучения, необходимая для возникновения болевого ощущения, меняется. В среднем на коже лба, по данным Харди, Вольфа и Гуделла, болевой порог равен  $206 \text{ кал. на } 1 \text{ см}^2/\text{сек.}$

Харди и его сотрудники предложили «шкалу боли», которая имеет 10 измерительных точек, названных ими «долами». Один дол составляет  $14 \text{ мкал/см}^2/\text{сек.}$

Тепловой метод получил в последние годы широкое распространение, хотя оценки испытуемых в значительной мере субъективны. Опубликованные в литературе данные, полученные в разных лабораториях, в общем совпадают.

Оригинальную методику регистрации чувств — сенсографии разработал советский фармаколог А. К. Сангайло. Сенсография позволяет изучать на одном и том же испытуемом не только пороги тактильного и болевого ощущений, но и выносливость к боли, т. е. способность выдержки



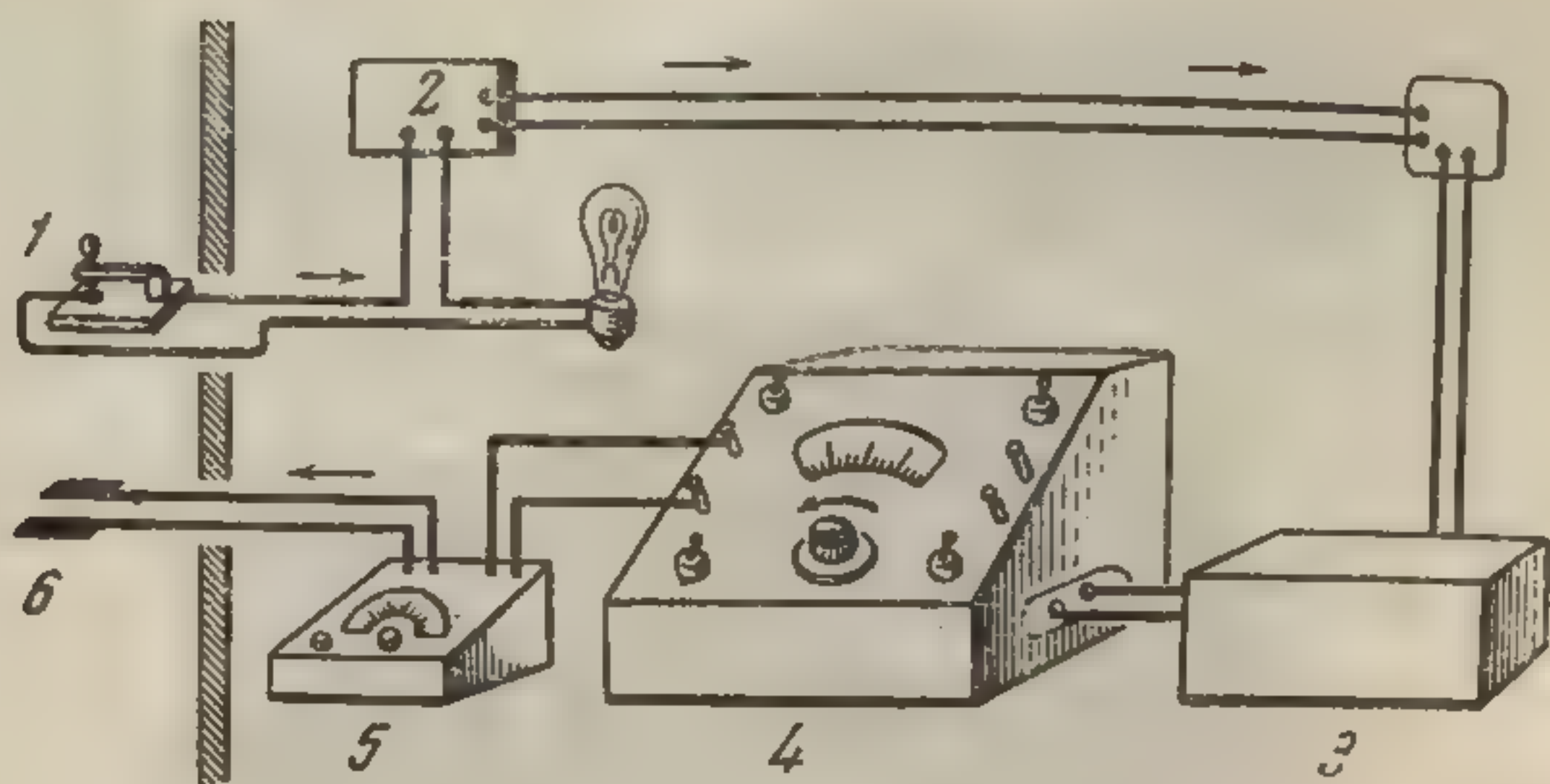


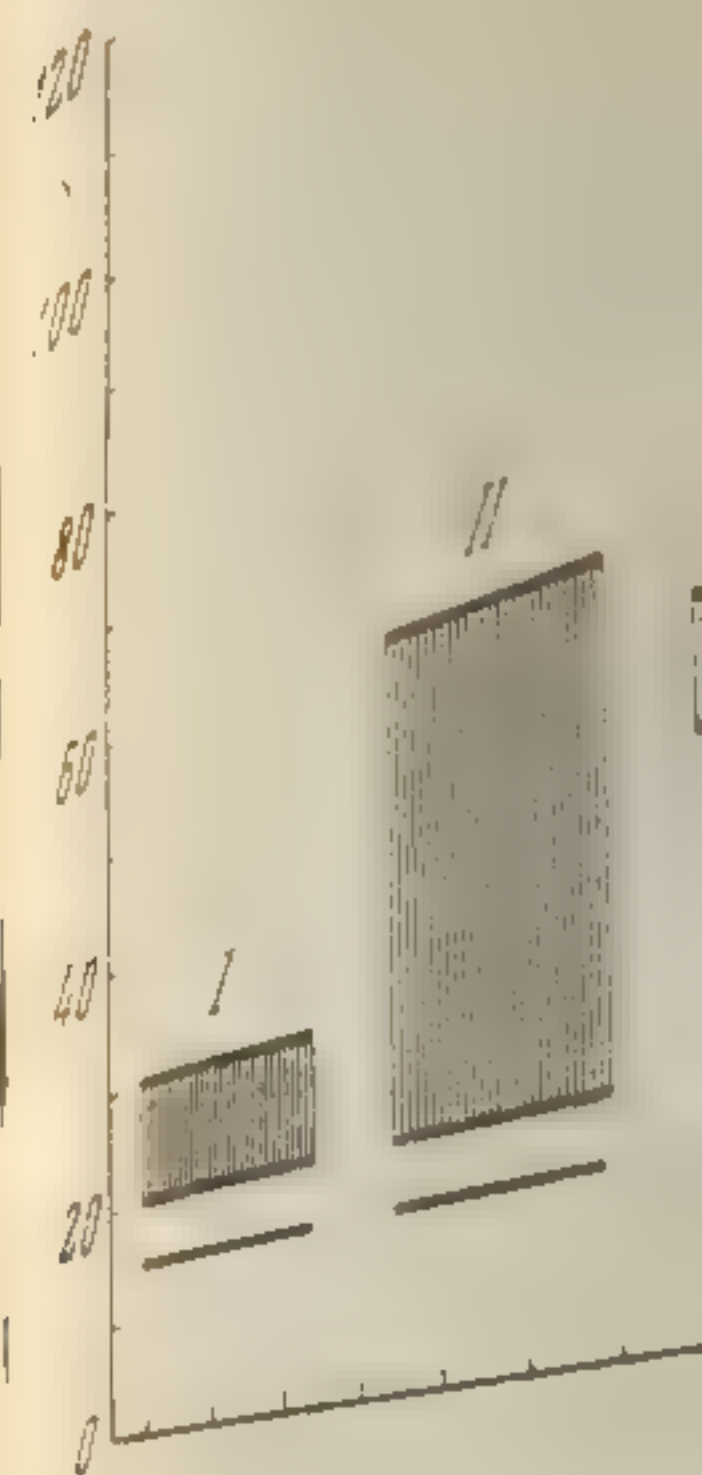
Рис. 33. Схема сенсографического исследования  
(по А. К. Сангайло)

1 — ключ; 2 — трансформатор; 3 — стабилизатор; 4 — стимулятор; 5 — делитель напряжения; 6 — электроды для раздражения пациента

вать более или менее длительное болевое раздражение. Как известно, люди по-разному выдерживают длящееся болевое ощущение. Это связано с рядом биологических и социальных причин. Выносливость может быть различной при разных состояниях организма. Она повышается или понижается в зависимости от времени года, настроения, эмоционального состояния, плохого или хорошего самочувствия. Особенно большое внимание уделяют определению выносливости врачи и психологи.

Методика сенсографии сравнительно проста. Источником раздражения являются стандартные электродиагностические приборы, позволяющие точно дозировать раздражение во времени (рис. 33). Раздражения посылают длительностью в 1 сек. с интервалами, равными 3 сек. На руке испытуемого фиксируют серебряные пластинчатые электроды — один электрод на указательном, другой на среднем пальце правой руки. От испытуемого к экспериментатору проводится электрическая сигнализация. При появлении ощущения в пальцах (тактильное чувство) испытуемый дает первый сигнал, при появлении болезненного чувства — второй. Далее испытуемый должен выдержать нарастание ощущения до тех пор, пока он считает это возможным. В тот момент, когда он хочет прекратить исследование, дается третий сигнал (порог выносливости к боли).

После трехминутного перерыва наносят вторую серию



раздражений. Отка  
первой и второй се  
тывается как пока  
ражениям. Данны  
схему-сенсограмму  
результатов.

А. К. Сангайло  
шения человека к  
у которых общая ч  
вательно, порог бо  
болевого чувству  
после возникнове  
сти мал. 2-й тип  
тельность к боли  
шения, что в 1-й  
выше, болевое ч  
ливости высок. 1  
тип — испытуемы  
к боли невысока  
но наступающее ч  
вал выносливости  
общая чувствител  
порог боли высок  
шему чувству бол  
больше всего устр  
поздно и легко пер  
тину, внушают са





Рис. 34. Основные типы отношения человека к боли (по А. К. Сангайло)

По вертикали — сила раздражения в вольтах, нижние линии — порог чувствительности прикосновения, средние линии — порог боли, верхние — порог выносливости к боли. Заштрихован интервал выносливости к боли

раздражений. Отказ испытуемого от исследования после первой и второй серий ведет к прекращению опыта и учитывается как показатель особой слабости к болевым раздражениям. Данные полученных порогов переносятся на схему-сенсограмму, которая позволяет произвести анализ результатов.

А. К. Сангайло различает четыре основных типа отношения человека к боли (рис. 34). 1-й тип — испытуемые, у которых общая чувствительность к боли высока и, следовательно, порог боли низок. Низка также выносливость к болевому чувству, предел выносливости наступает вскоре после возникновения чувства боли. Интервал выносливости мал. 2-й тип — испытуемые, у которых общая чувствительность к боли высока, порог боли низок (те же соотношения, что в 1-й группе). Однако выносливость к боли выше, болевое чувство переносится легче, предел выносливости высок. Интервал выносливости достаточен. 3-й тип — испытуемые, у которых общая чувствительность к боли невысока и, следовательно, порог боли высок. Поздно наступающее чувство боли переносится с трудом, интервал выносливости мал. 4-й тип — испытуемые, у которых общая чувствительность к боли невысока и, следовательно, порог боли высок. В то же время выносливость к возникшему чувству боли достаточно велика. Очевидно, 4-й тип больше всего устраивает хирургов. Боль воспринимается поздно и легко переносится. Больные, относящиеся к 1-му типу, внушают самые большие опасения — болевая чувствительность обострена и боль плохо переносится.



## Висцеральная боль

Боль внутренних органов — несомненно, наиболее важный и в то же время один из самых трудных для изучения и понимания разделов науки о боли. Сверхсильное воздействие на внешние покровы не таит в себе ничего загадочного. Здесь все перед глазами: и причина, и следствие. Разрушительный же патологический процесс, поражающий сердце, легкие, печень или какой-либо другой орган, всегда похож на ребус и требует расшифровки. Для того чтобы в каждом отдельном случае разгадать причину и обнаружить источник висцеральной боли, требуются специальные знания. Окончательное решение, да и то столь часто подлежащее обжалованию, принадлежит врачу.

И перед теоретиком, и перед клиницистом возникает множество вопросов, на которые нелегко ответить. Какой цели служит висцеральная боль? Почему она возникает при незначительных поражениях и безмолвствует в случаях тяжелейших расстройств, угрожающих самому существованию организма? Какие меры физиологической защиты может принять мозг, когда получает болевой сигнал из внутренних органов? О чем говорят, например, мучительные почечные колики, возникающие при прохождении крошечного камня через мочеточник? Целесообразна ли болевая информация при неизлечимом и непоправимом нарушении функций?

На эти и на многие другие вопросы современная наука может ответить лишь с известным приближением. Биологический смысл висцеральной боли по существу от нас скрыт. Если человек, почувствовав боль в груди или животе, способен на основании своего жизненного опыта принять какие-то меры для облегчения боли или обратиться за помощью к врачу, то животное совершенно беспомощно перед лицом таинственного для него идущего из



глубины болевого ощущения. Следовательно, при первом рассмотрении боль во внутренних органах имеет скорее социальное, чем биологическое значение.

Впрочем, некоторые ученые (например, английский невролог Хильтон) считают, что болевое ощущение заставляет животное или человека выключить «из игры» заболевший орган. Это правильно в отношении одних органов и неправильно в отношении других. «Допустим,— пишет П. К. Анохин,— что имеется какое-то травматическое поражение суставной сумки. Как известно, такое поражение создает крайне тягостное болевое ощущение, болевую эмоцию... Практика показывает, что в таких случаях создаются исключительно широкие возможности вовлечения новых мышц, новых суставов и даже конечностей. Однако во всех этих случаях ограничивающим фактором является только ощущение боли. Организм человека осуществляет в этих случаях многочисленные попытки движения, «обходя» болевое ощущение, как только оно возникает. В данном случае болевая эмоция играет роль своеобразного отрицательного «пеленга», помогающего организму воздерживаться от несовместимых с жизнью движений («щажение» в медицинской практике)»<sup>1</sup>.

Но в то же время организм не дает отдыха сердцу, печени или почкам даже при очень сильных болях, возникших в этих органах. Отдых им может дать только человеческое сознание, принимая те или другие меры защиты. Вот почему английские ученые Огильви, Томсон, Троттер и другие готовы признать, что существование висцеральной боли вообще нецелесообразно с биологической точки зрения. В какой-то степени так же рассуждает Лериш (стр. 17). Но, видимо, не все ясно и до конца понято в этом вопросе. Быть может, то, что принято называть болевым эффектом, т. е. последствием (и всегда отрицательным) длительного болевого раздражения,— своеобразное защитное, компенсаторное мероприятие организма, значение которого недооценивается и физиологами, и врачами, и самими больными.

И еще одно важное обстоятельство. Висцеральная боль имеет превентивное, предупреждающее значение. Опыт многих поколений, как индивидуальный, так и накопленный в процессе эволюционного развития, подсказывает и

<sup>1</sup> П. К. Анохин. Эмоции. БМЭ, т. 35, 1964, стр. 341.



животным и людям, что боль может возникнуть при определенных нарушениях жизнедеятельности, при заболеваниях. Это — постоянно существующая угроза, тот спрятанный в запечатанном сосуде джин, который способен выскочить на волю и причинить множество огорчений и неприятностей, если человек или животное не будут беречься и соблюдать необходимую осторожность. Быть может, одна лишь возможность возникновения боли — благодеяние для живой системы.

### Болевая чувствительность внутренних органов

Болевой чувствительности внутренних органов посвящено немалое число тщательных, подчас весьма изобретательно выполненных исследований. Для того чтобы определить порог болевой чувствительности внутренних органов, метод уколов или ожогов непригоден. Некоторые исследователи пробовали вводить с этой целью под кожу, в мышцу, а иногда даже в определенные участки внутренних органов небольшие количества концентрированного раствора поваренной соли. Такой раствор раздражает проприо- и интерорецепторы и вызывает ощущение боли. Само собой разумеется, его можно применять только на добровольцах, да и то не во всех случаях.

Пробовали вызывать боль во внутренних органах путем растяжения пищевода или желчного протока. Но определение болевого порога в этих случаях практически невозможно, так как ощущение тяжести в подложечной области подчас очень трудно отличить от чувства боли.

О болевой чувствительности внутренних органов судят преимущественно на основании богатейшего материала, собранного хирургами при операциях, ранениях, повреждениях и т. д. Опыт, накопленный врачами, показывает, что чувствительность внутренних органов к болевым раздражениям различна и зависит от разнообразных причин.

В 1901 г. шведский хирург Леннандер, изучая чувствительность органов брюшной полости, пришел к выводу, что они сами по себе нечувствительны к боли. Обычные хирургические приемы (разрез, сшивание, прижигание) переносятся больными спокойно и не вызывают у них чувства боли. Болезненны только брыжжейка и париетальная брюшина, иннервируемые, как известно, чувствительными

соматическими нервами  
никает при механиче-  
чек, покрывающих в  
тельных процессах.  
творные вещества  
1911 г. английский  
то, что внутренние  
подвергнуть растяже-  
шее число наблюдений  
риал, показывающий  
нов и тканей реагиру-  
Поверхность боли

ливанию, разрезу,  
с очень незначитель-  
стые оболочки тела  
и пазух носа, средн-  
тельного канала, вл-  
стой оболочке носа  
нервных окончаний  
бо чувствительны к  
боли даже на легко-  
к боли подкожная  
с рецепторов мыш-  
надкостница. Она с-  
окончаний и волоко-  
обезболить надкост-  
буравить, не вызыв-  
лезненны суставны-  
ки отвечают на уку-  
мучительной болью

Большой интер-  
чувствительности с-  
на раздражение бо-  
дый, кому делали  
обычно не вызыва-  
и даже сотни раз  
и том же месте. Од-  
ких веществ, напр-  
нередко местное ж-  
на всю конечность  
Артерии весьма  
никает только при-  
то время как внутр-



соматическими нервами. Боль во внутренних органах возникает при механических раздражениях серозных оболочек, покрывающих внутренние органы, или при воспалительных процессах, когда образовавшиеся в тканях болевые вещества раздражают хеморецепторы. Но в 1911 г. английский клиницист Херст обратил внимание на то, что внутренние органы очень болезненны, если их подвергнуть растяжению. С тех пор было проведено большое число наблюдений и накоплен значительный материал, показывающий, что большинство внутренних органов и тканей реагируют на болевое раздражение.

Поверхность болевой чувствительности к уколам, сдавливанию, разрезу, ожогам, замораживанию охватывает, с очень незначительными вариациями, всю кожу и слизистые оболочки тела (рта, глотки, гортани, носовой полости и пазух носа, среднего уха, прямой кишки, мочеиспускательного канала, влагалища). В роговице глаза и слизистой оболочке носа обнаружены густые сплетения болевых нервных окончаний. Роговица глаза и слизистая носа особенно чувствительны к раздражениям и отвечают ощущением боли даже на легкое прикосновение. Менее чувствительна к боли подкожная жировая клетчатка. Легко вызвать боль с рецепторов мышц и сухожилий. Особенно болезненна надкостница. Она снабжена большим количеством нервных окончаний и волокон. При операциях на костях достаточно обезболить надкостницу, после этого костную ткань можно буравить, не вызывая ощущения боли. Совершенно безболезненны суставные поверхности костей, но суставные сумки отвечают на укол, разрез, вырыскивание раствора соли мучительной болью.

Большой интерес представляют исследования болевой чувствительности сосудов. Вены, как известно, не отвечают на раздражение болевым ощущением. Это испытал каждый, кому делали внутривенные вливания. Прокол вены обычно не вызывает боли. Можно безболезненно десятки и даже сотни раз прокалывать венозную стенку в одном и том же месте. Однако при введении некоторых химических веществ, например йодистых препаратов, отмечается нередко местное жжение или боль, распространяющаяся на всю конечность.

Артерии весьма чувствительны к боли, хотя боль возникает только при раздражении их наружной стенки, в то время как внутренняя оболочка артерий лишена боле-



вой чувствительности. В наружной и средней оболочках артерий заложена густая нервная сеть. Особенно богата нервами наружная оболочка артерий. Тонкие (типа С) нервные волокна, разветвляющиеся в тканях, доходят до головного и спинного мозга, присоединяясь в ряде случаев к сплетениям артериальных стволов. Если перерезать центростремительные нервы, расположенные вблизи артерии, болевая чувствительность в соответствующем отделе сохраняется, так как болевые сигналы находят окольный путь в артериальных нервных сплетениях.

Можно перерезать все нервные стволы, связывающие руку с центральной нервной системой, даже полностью разрушить плечевое сплетение, — все же прикосновение к плечевой артерии вызывает резкую боль. Этот путь болевых ощущений несколько необычен: он идет в спинной мозг по симпатическим волокнам через симпатические узлы. «Артериальная» боль относится к категориям симпатических болей и обладает всеми характерными свойствами последних.

Сильнейшую боль вызывает спазматическое сужение артерий или их внезапное расширение. Как известно, в некоторых случаях применяется внутриартериальное введение лекарственных веществ. Этот распространенный метод вызывает иногда резкое сокращение просвета артерий, сопровождающееся жестокой болью. Снять эту боль удастся только впрыскиванием в симпатические узлы новокаина или вливанием обезболивающих растворов в артериальное русло.

Хирурги уже давно отметили, что вещество мозга лишено болевой чувствительности. Его можно колоть, резать, прижигать, не вызывая боли. Чувство боли возникает только при ранении мозговых сосудов или выходящих из мозга нервных стволов.

Боль отсутствует при операциях на легком, при проколе ткани легкого и покрывающей его плевры. В то же время плевра, выстилающая с внутренней стороны грудную клетку и поверхность диафрагмы (париетальная плевра), весьма чувствительна к болевым раздражениям.

Можно только удивляться, что сердце, которое, по общему убеждению, является центром эмоциональной жизни, в течение многих лет считали совершенно нечувствительным к боли. Еще Вильям Гарвей, знаменитый английский ученый и мыслитель, открывший в 1628 г. законы крово-

обращения. был убит.  
вызывает болевых ощущений.  
тернейший опыт. Животное  
казал, что сердце не реагирует  
У виконта Монтгомери  
в раннем детстве, и он  
«Я доставил молодому  
писал Гарвей, — и его  
своими глазами не  
Без всякого ущерба  
можно было видеть  
рукой к сокращающейся  
имело возможность, т  
нечувствительно к пр  
не знал, что мы дотр  
На самом деле на  
лец касался не повер  
грануляционной тка  
и лишенной нервн  
поздние исследовани  
ным количеством ре  
А. С. Догель насчит  
до 294 воспринима  
сердечных рецептор  
Оно относится к к  
ний», о которых пи  
У животных ин  
калывая сердце. П  
либо неприятных  
опыте на собаке п  
сердечных сосудов  
животное испытыв  
о чем можно судит  
Это говорит о высо  
В последние год  
лее подробно. Оказа  
прикосновении. Пог  
кое давление, укол  
вызывают каких-ли  
ческим током не вос  
даже легкое царапа  
сильную боль. Если  
раздражать внутрен



обращения, был убежден, что прикосновение к сердцу не вызывает болевых ощущений. Ему удалось поставить интереснейший опыт, который, казалось бы, убедительно показал, что сердце не реагирует на болевое раздражение.

У виконта Монтгомери грудная клетка была разрушена в раннем детстве, и он жил, имея широко открытое сердце.

«Я доставил молодого человека к королю Карлу I, — писал Гарвей, — и его величество имел возможность собственными глазами наблюдать этот удивительный случай. Без всякого ущерба для его здоровья у живого человека можно было видеть движение сердца и даже прикасаться рукой к сокращающимся желудочкам. И его величество имело возможность, так же как и я, убедиться, что сердце нечувствительно к прикосновению. Молодой человек даже не знал, что мы дотрагивались до его сердца...»

На самом деле наблюдения Гарвея ошибочны. Его палец касался не поверхности сердца, а только разросшейся грануляционной ткани, покрывавшей сердечную сорочку и лишенной нервных окончаний. Как показали более поздние исследования, все отделы сердца снабжены огромным количеством рецепторов. Известный русский гистолог А. С. Догель насчитал на  $1\text{ см}^2$  сердечной сорочки от 104 до 294 воспринимающих приборов. Однако раздражение сердечных рецепторов в обычных условиях не осознается. Оно относится к категории тех «неопределенных ощущений», о которых писал И. М. Сеченов.

У животных иногда берут кровь для исследования, прокалывая сердце. По-видимому, у них нет при этом каких-либо неприятных ощущений. Но и то же время, если в опыте на собаке при помощи ниточки потянуть один из сердечных сосудов, снабжающих кровью мышцу сердца, животное испытывает сильную боль в передних лапах, о чем можно судить по внезапно появляющейся хромоте. Это говорит о высокой болезненности сердечных сосудов.

В последние годы чувствительность сердца изучена более подробно. Оказалось, что желудочки не реагируют на прикосновение. Поглаживание их воспринимается как легкое давление, укол — как прикосновение. Тепло и холод не вызывают каких-либо ощущений. Раздражение электрическим током не воспринимается сознанием. В то же время даже легкое царапанье сердечной сорочки иглой вызывает сильную боль. Если у собак слабым электрическим током раздражать внутреннюю поверхность сердечной сорочки



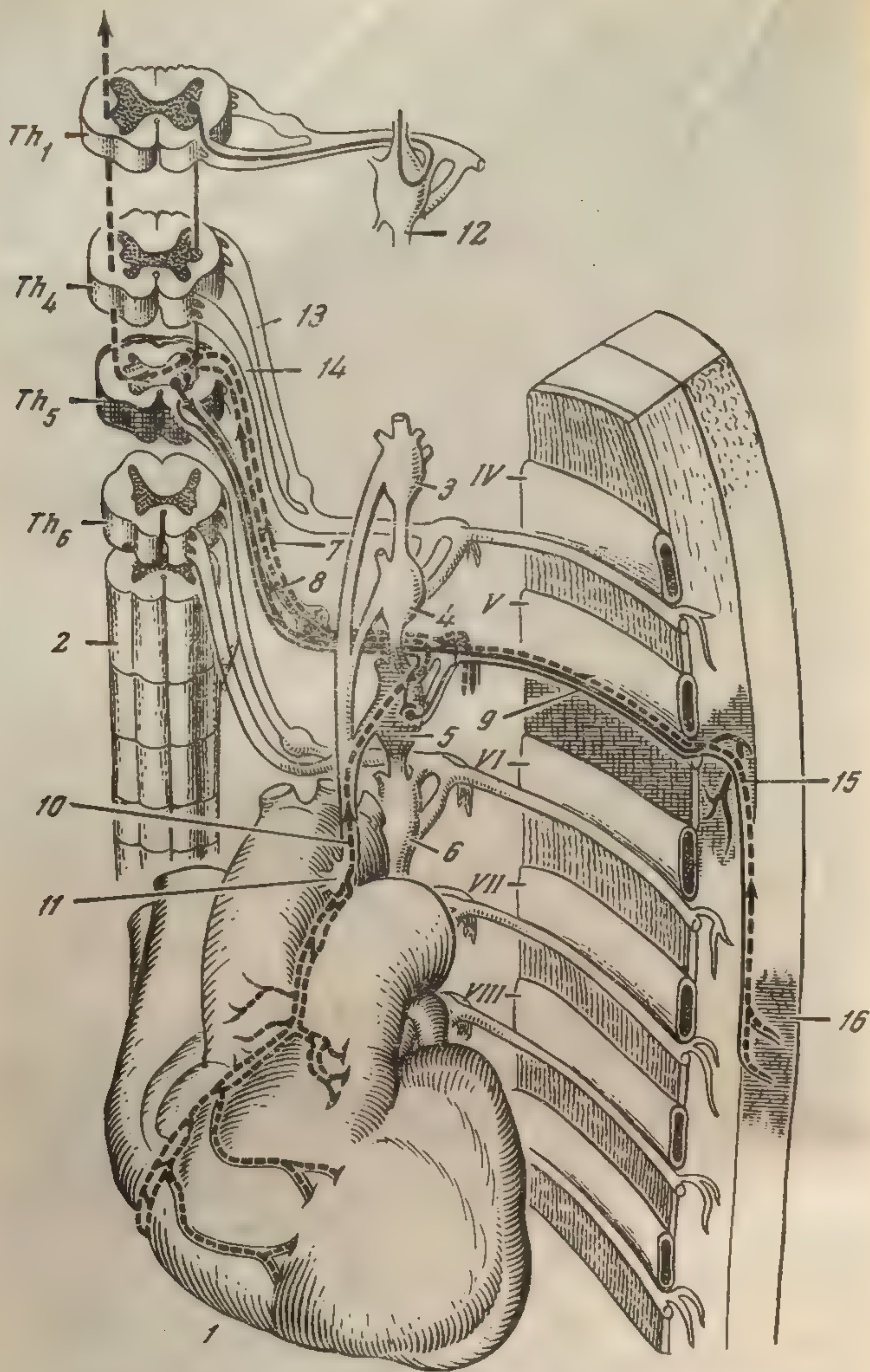


Рис. 35. Нервные пути, связывающие сердце с мышечными и кожными проекционными зонами

1 — сердце; 2 — спинной мозг; 3, 4, 5, 6 — узлы пограничной симпатической цепочки; 7 — межреберный нерв, несущий болевые волокна; 8 — дви-

или оболочку. Вести...  
от кровяные...  
сердца не...  
Установлено, что...  
сердца по время...  
нута во время...  
му грудному...  
тывает молниеносную...  
Известно также, что...  
успокаивает боль при...  
Органы пищева...  
ют на боль. Стенка пи...  
хотя экспериментальн...  
существует. Нечувстви...  
можно колоть, резать...  
боли. Даже пропускани...  
док совершенно безбо...  
не имеется огромное...  
рующих о степени рас...  
центров), о состояни...  
рецепторов), о химич...  
жидкости (химиореце...  
го давления в крови...  
В одной клиник...  
нии больной, котор...  
да приходилось корм...  
Оказалось, что сдавл...  
ки желудка, раздраж...  
вание горчицей, вл...  
и т. д. не вызывали...  
образного жжения...  
чей воды, нагретой...  
лодной воды — хол...  
в состоянии воспал...  
рую боль. Очень болезненн...  
ную боль испытыв...

гательное нервное волокно...  
ствительное нервное вол...  
звездчатый симпатическ...  
корешок; 14 — передний...  
оний мышечная зона; 1...  
сегменты грудного отде...



или оболочку, выстилающую желудочки, у нее сразу падает кровяное давление, между тем как раздражение мышцы сердца не отражается на ее состоянии.

Установлено, что болевая сигнализация передается от сердца по симпатическим нервным волокнам. Если прикоснуться во время операции к нижнему шейному или верхнему грудному узлу симпатической цепочки, человек испытывает молниеносную боль, пронизывающую его сердце. Известно также, что впрыскивание новокаина в эти узлы успокаивает боль при грудной жабе (рис. 35).

Органы пищеварительного тракта по-разному реагируют на боль. Стенка пищевода мало чувствительна к боли, хотя экспериментальных данных, подтверждающих это, не существует. Нечувствителен к боли и желудок. Стенку его можно колоть, резать, сдавливать, прижигать, не вызывая боли. Даже пропускание электрического тока через желудок совершенно безболезненно. Но в то же время в желудке имеется огромное количество рецепторов, сигнализирующих о степени растяжения стенок желудка (механорецепторов), о состоянии мышечной ткани его стенок (миорецепторов), о химических изменениях крови и тканевой жидкости (химиорецепторов), об изменениях осмотического давления в крови и тканях желудка (осморецепторов).

В одной клинике находился на специальном обследовании больной, которого вследствие непроходимости пищевода приходилось кормить через отверстие в стенке желудка. Оказалось, что сдавливание и сжатие слизистой оболочки желудка, раздражение ее электрическим током, смазывание горчицей, вливание спирта, слабой соляной кислоты и т. д. не вызывали чувства боли, а ощущались в виде своеобразного жжения в подложечной области. Вливание горячей воды, нагретой до  $40^{\circ}$ , давало ощущение жара, а холодной воды — холода. Однако, если слизистая находилась в состоянии воспаления, те же воздействия вызывали острую боль.

Очень болезненно растягивание стенки желудка. Сильную боль испытывает человек при резких сокращениях

гательное нервное волокно; 9 — вегетативное нервное волокно; 10 — чувствительное нервное волокно сердца; 11 — нервный узел сердца; 12 — звездчатый симпатический узел; 13 — задний (чувствительный) нервный корешок; 14 — передний (двигательный) нервный корешок; 15 — проекционная мышечная зона; 16 — проекционная кожная зона;  $Th_1, Th_4, Th_5, Th_8$  — сегменты грудного отдела спинного мозга; IV, V, VI, VII, VIII — ребра



гладких мышц желудочной стенки, например при голоде. Не вызывают боли операции на тонких и толстых кишках. Не чувствителен к болевому раздражению здоровый червеобразный отросток слепой кишки, но при аппендиците сжатие его стенки очень болезненно.

Вопрос о болевой чувствительности кишечника до сих пор окончательно не решен. Так, например, если у кошки прижечь обнаженную кишку раскаленной булавкой или сдавить ее щипцами, кровяное давление у животного сразу повышается и зрачок расширяется. Это говорит о боли, хотя не исключено, что в данном случае имеет место рефлекторная реакция, не связанная с корой головного мозга, т. е. не являющаяся болевой.

Многие исследователи в опытах на животных не наблюдали сколько-нибудь заметной реакции при раздражении желудка, кишечника, печени. Однако, если брюшную полость оставить открытой на 3—4 часа, в течение которых развивается воспалительный процесс в брюшине, те же манипуляции вызывают со стороны животного бурную реакцию, которую можно связать с возникновением болевых ощущений.

Из этого следует, что незначительная болевая реакция вовсе не говорит об отсутствии болевых рецепторов во внутренних органах. Раздражение печени, селезенки, почки не вызывает ощущения боли даже при самых серьезных операциях. Очень болезненна слизистая мочевого пузыря; еще более чувствительна к боли наружная оболочка, покрывающая яички и семенной канатик. Но сама ткань яичка совершенно не реагирует на болевое раздражение. Совершенно безболезненна также и матка.

Из повседневной хирургической практики известно, что внутренние органы грудной и брюшной полости нечувствительны или мало чувствительны к определенным болевым раздражениям. Под местной анестезией стенки желудка и кишок можно резать, сшивать, иссекать, нагревать, охлаждать, не вызывая боли. К воздействиям подобного рода желудочно-кишечный тракт на всем своем протяжении — от желудка до прямой кишки — нечувствителен. Однако достаточно потянуть орган, ущипнуть его за ножку или место прикрепления, чтобы вызвать сильнейшую боль, отдающую в другие органы, иногда даже отдаленные. Если орган или окружающая его ткань воспалены, даже самое легкое прикосновение, как мы видели, вызывает боль.

Истинная и ложная боль  
Таким образом, болевые ощущения  
средств нечувствительны к боли  
по личному опыту знает, что  
органов нередко возникают  
Прежде всего следует отметить  
со всех сторон покрыты  
крайней болезненностью. На  
воспаление, раздражение  
ли болевые ощущения  
жение, что внутренние  
а болезненна их брюшина.  
Так ли это на самом де  
Известно, что здоровые  
ранных органов. Они даже  
положения, активности. З  
гической немоте внутрен  
чальны и начинают «гово  
физиологические раздраж  
А. И. Герцен считал, что  
шо идет, когда человек  
течет, и не думает, как  
толчок отдается, того и  
которым не всегда слади  
лое и думы».

Хирургические мето  
тельности внутренних  
ностью. Наличие или о  
определяется с помощью  
каутера. Все эти разд  
корне отличаются от т  
ких условиях. Они неа  
почкой в несколько ть  
щений, и получить от  
от лампочки в 250 ват  
лудке при надавливани  
не похожи на раздраж  
ком, ножницами или  
мозга не осознает раздр  
ловиях до нее не доходя  
Иначе обстоит дел  
Однажды в тонкую киш



## Истинная и отраженная боль

Таким образом, большинство внутренних органов как будто нечувствительно или мало чувствительно к непосредственным болевым раздражениям. И все же каждый по личному опыту знает, что при заболеваниях внутренних органов нередко возникают тяжелые, мучительные боли.

Прежде всего следует помнить, что внутренние органы со всех сторон покрыты брюшиной, а брюшина отличается крайней болезненностью. Натягивание листков брюшины, воспаление, раздражение всегда сопровождаются тягостными болевыми ощущениями. Отсюда и возникло предположение, что внутренние органы нечувствительны к боли, а болезненна их брюшина.

Так ли это на самом деле?

Известно, что здоровые люди не ощущают своих внутренних органов. Они даже не замечают их существования, положения, активности. Здоровье заключается в физиологической немоте внутренних органов. Они обычно молчаливы и начинают «говорить» только в том случае, когда физиологические раздражители во много раз усиливаются. А. И. Герцен считал, что жизнь только тогда бойко и хорошо идет, когда человек не чувствует, как кровь по жилам течет, и не думает, как легкие поднимаются. Если каждый толчок отдается, того и смотри — явится боль, диссонанс, с которым не всегда согласишься, говорил он в своей книге «Былое и думы».

Хирургические методы исследования болевой чувствительности внутренних органов страдают общей погрешностью. Наличие или отсутствие болевой чувствительности определяется с помощью скальпеля, ножниц, иглы, термокаутера. Все эти раздражения не только грубы, но и в корне отличаются от того, что происходит в физиологических условиях. Они неадекватны. Можно освещать ухо лампочкой в несколько тысяч ватт, не вызывая никаких ощущений, и получить отчетливую болевую реакцию в глазу от лампочки в 250 ватт. Раздражения, возникающие в желудке при надавливании его стенки, ни с какой стороны не похожи на раздражение, вызванное электрическим током, ножницами или пальцами хирурга. Кора головного мозга не осознает раздражений, которые в нормальных условиях до нее не доходят.

Иначе обстоит дело с адекватным раздражением. Однажды в толстую кишку человека был введен через рот



тонкий зонд с раздувающимся баллоном. После того как его положение было зафиксировано при помощи рентгено-скопии, в баллон начали вдувать воздух. Буквально через 1—2 сек. возникло ощущение легкой боли. Оно продолжалось 5—6 сек. и бесследно исчезло. Повторное вдувание вызывало боль длительностью в 10—15 сек. Эта боль была похожа на колику и сопровождалась тошнотой. При вдувании в баллон несколько большего количества воздуха возникала боль, диффузно распространявшаяся на весь живот. Эти же опыты, повторенные на лицах с перерезанным чревным нервом, не сопровождались каким-либо болевым ощущением.

Для желудочно-кишечного тракта растяжение является адекватным раздражением, наиболее близким к физиологическим условиям. Умеренное растяжение пищевода в верхнем отделе вызывает за грудиною боль в области рукоятки грудины, а в нижнем отделе — возле мечевидного отростка; растяжение желудка сопровождается болью в подложечной области.

Сильные, но в то же время тупые боли возникают при скоплении в кишечнике газов (метеоризме). Если в почечную лоханку вводить под давлением жидкость, начинается типичная почечная колика. Растяжение желчного пузыря сопровождается у кошки целым рядом характерных для боли реакций. Подобного рода исследования описаны и на животных, и на людях.

Таким образом, растяжение гладких мышц желудочно-кишечного тракта, превышающее предельную физиологическую эластичность, сопровождается характерными болевыми ощущениями. Если собаке ввести в желудок резиновый баллон и сильно его раздуть воздухом, развивается отчетливая болевая реакция. Повышается кровяное давление, расширяются зрачки. Животное кричит, пытается вырваться, убежать. Любопытно отметить, что местное обезболивание не спасает собаку в таких случаях от болевых ощущений. При раздувании баллона она продолжает кричать и корчиться от боли. Но если стенку желудка разрезать скальпелем, собака остается спокойной.

Во время высотных полетов или при «подъемах» в барокамере нередко возникают мучительные боли в различных органах. Иногда они зависят от расширения газов в кишечнике, иногда причиной их является плохо запломбированный зуб, в котором под пломбой сохранился малень-



кий пузырек воздуха. По мере падения атмосферного давления газы в кишечнике или пузырек в зубе начинают расширяться и раздражать окончания чувствительных нервов. Это вызывает боль, которая быстро проходит, как только атмосферное давление возвращается к норме.

У человека болевое ощущение, вызванное раздражением кожи, резко отличается от боли, идущей из внутренних органов. Попробуйте внезапно уколоть человека в руку. Прежде всего он ее отдернет, затем, вероятно, даст характерную эмоциональную реакцию. При этом кровяное давление у него повысится, пульс ускорится, лицо покраснеет. Укол булавкой вызвал у него «положительную» эмоцию (стр. 320). Напротив, при глубокой боли человек обычно ищет покоя. Он ощущает слабость, угнетение, нередко тошноту, пульс у него замедляется, кровяное давление падает, лоб покрывается каплями пота.

Глубокая боль идет откуда-то изнутри, она подавляет психику человека, пугает его своей непонятностью, иногда даже таинственностью. Она рождает «отрицательные» эмоции, требует вмешательства врача и подчас исчезает так же внезапно, как началась. Для того чтобы ее распознать, нужны специальные знания, особые исследования, длительное наблюдение.

Ромен Роллан в романе «Жан Кристоф» образно описывает чувство боли у маленького Жана: «Ребенок, лежавший в постели рядом с матерью, снова заволновался. Непонятное страдание выросло из глубины его существа. Борясь с этим, он извивался, сжимал кулачки, морщил брови. Боль росла, спокойная, уверенная в своей силе. Он не понимал, что это такое и до чего это может прийти. Боль казалась ему огромной, не имеющей конца. И он начал жалобно кричать. Мать погладила его своими нежными руками. Боль стала менее острой, но он продолжал плакать, так как еще чувствовал боль около себя. Взрослый человек, когда страдает, может уменьшить свою боль, зная, откуда она происходит; он мысленно помещает ее в определенный уголок своего тела, который может быть излечен, а если это необходимо — и удален: он определяет ее границы и этим отделяет от себя. У ребенка нет этого обманчивого средства. Его первое знакомство с болью трагичнее, глубже. Она кажется ему безграничной, как само его существо; он чувствует, что она — владычица его плоти — засела в его груди, проникла в его сердце...»



Глубокие боли имеют свою особенность — чрезвычайно трудно определить их местоположение. Врачи хорошо знают, что больной часто испытывает боль в участках, совершенно не соответствующих анатомическому положению больного органа. Нередко раздражение внутренних органов сопровождается резким повышением болевой чувствительности в определенных областях кожи. Все эти факты имеют первостепенное значение для врача и во многих случаях помогают ему разобраться в сложных проявлениях заболевания.

Боли, возникающие во внутренних органах, можно разделить на три группы: ощущаемые непосредственно в заболевшем органе (истинная боль), отраженные — ощущаемые в отдаленных от болевого очага участках, и боли, вызывающие рефлекторные реакции в других органах.

Истинная висцеральная боль плохо локализуется, носит расплывчатый и неопределенный характер. В зависимости от характера заболевания она имеет разные оттенки — тупой, жгучей, колющей, режущей боли. Примером ее может служить кишечная колика или боль, возникающая при чрезмерном наполнении мочевого пузыря. Эта боль отличается тупым, тягостным характером.

Болевое ощущение из внутренних органов передается в центральную нервную систему по тонким волокнам симпатической и отчасти парасимпатической систем. Путь его идет по симпатическим пограничным столбам, блуждающим отчасти по диафрагмальным нервам. Локализованная боль возникает при растяжении полых органов, например кишок, желудка, желчного пузыря. Растягивающаяся стенка органа раздражает механорецепторы и вызывает истинную боль внутренних органов.

Своеобразные и чрезвычайно характерные боли при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки воспринимаются центральной нервной системой через симпатические околопочечные сплетения, верхний чревной нерв и грудные симпатические узлы. Болевые раздражения при печеночной колике поступают в нервную систему через печеночное симпатическое сплетение, полулунный симпатический узел и некоторые волокна парасимпатической нервной системы.

В повседневной жизни нередко приходится сталкиваться с тяжелейшими болями при опухолях внутренних органов. Чаще всего они возникают при раковой опухоли,

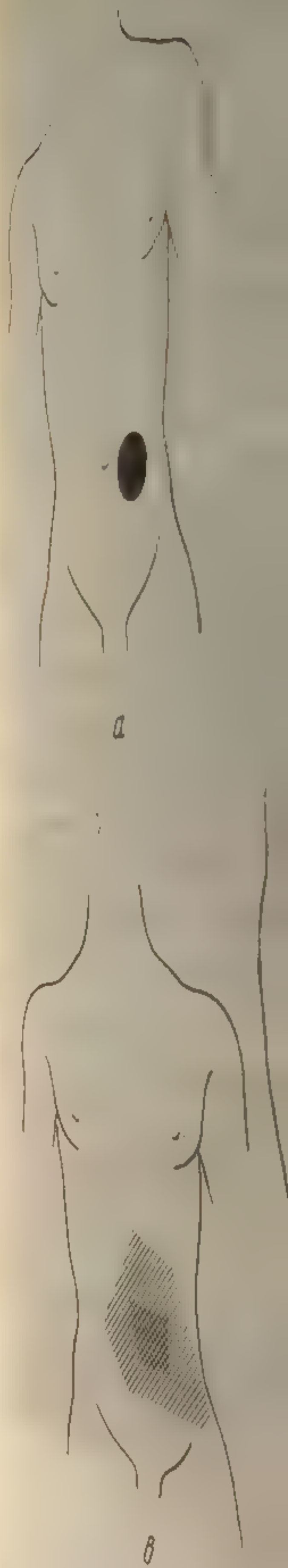
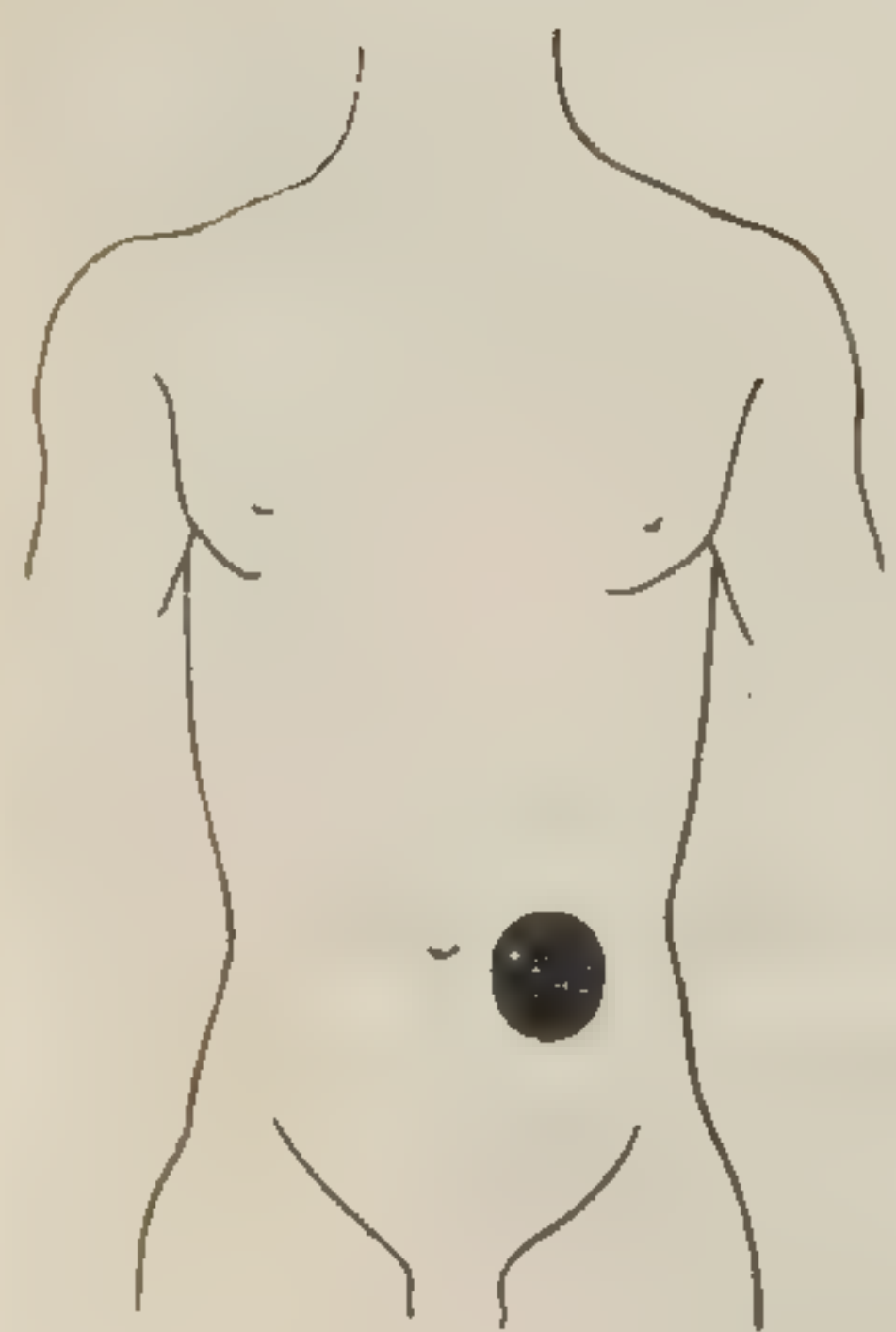
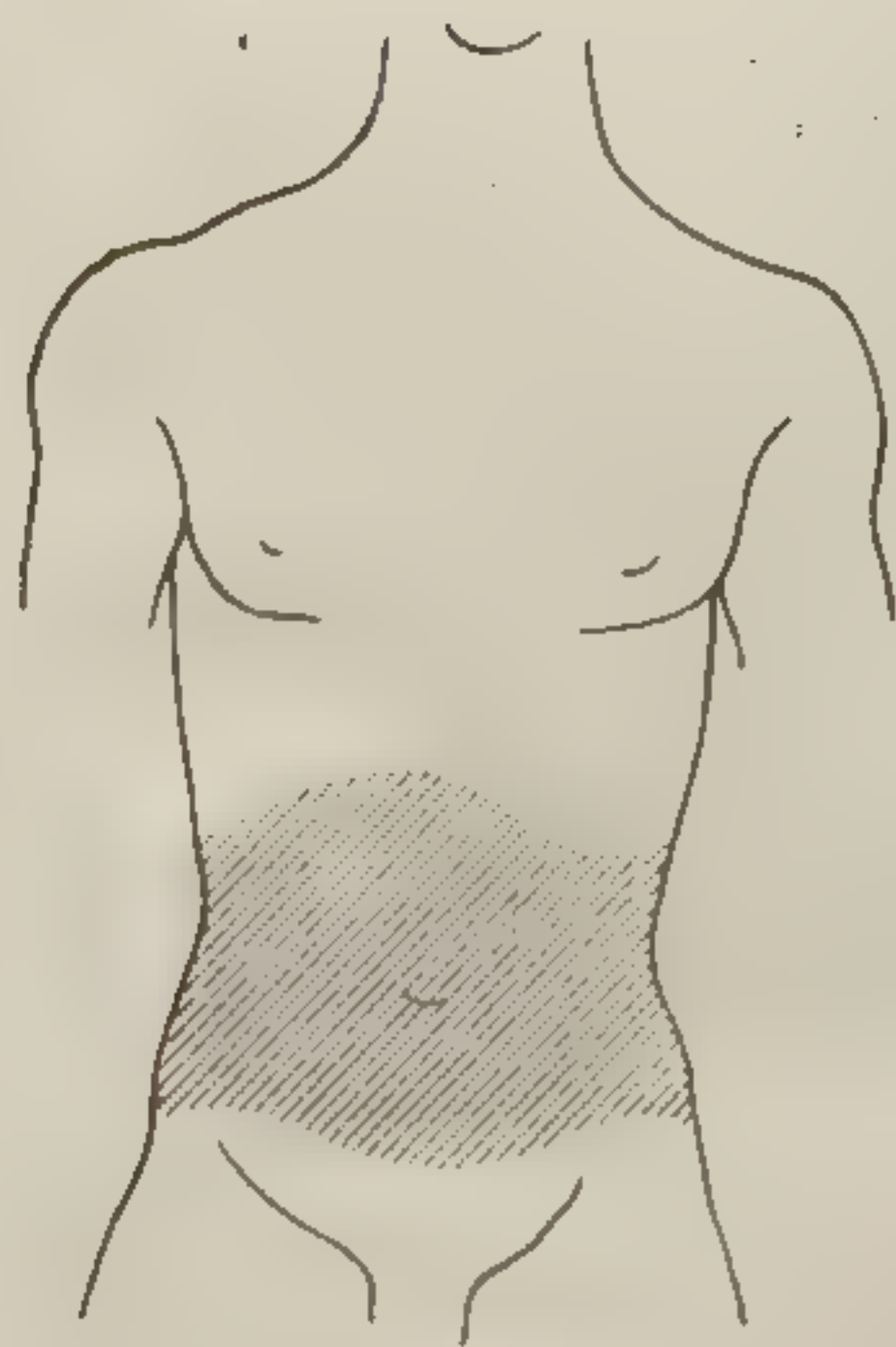


Рис. 36. Местные  
а — местная, локализованная  
дирирующая в соседние об-  
сти; б — отраженная (1 —  
мая

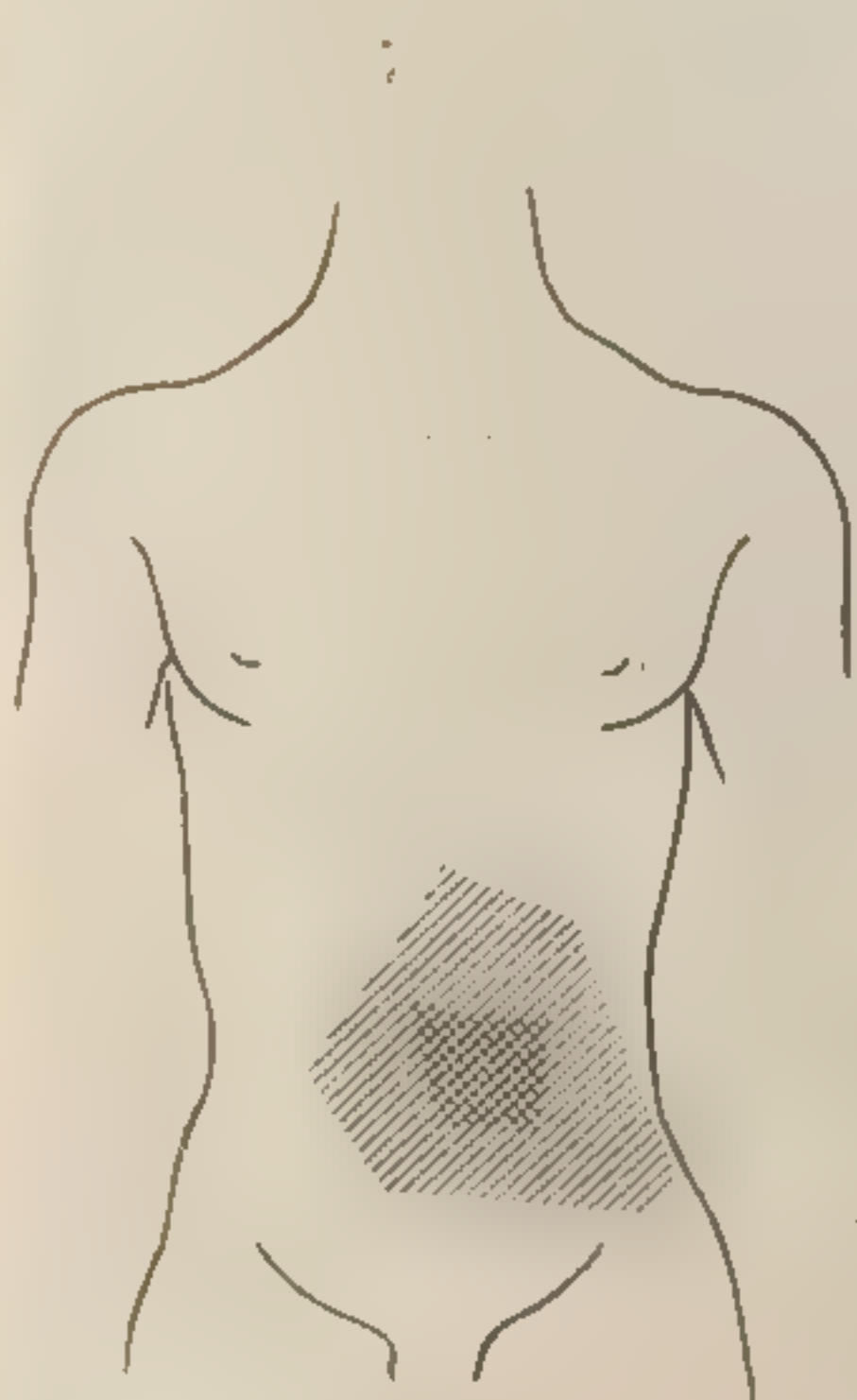




*a*



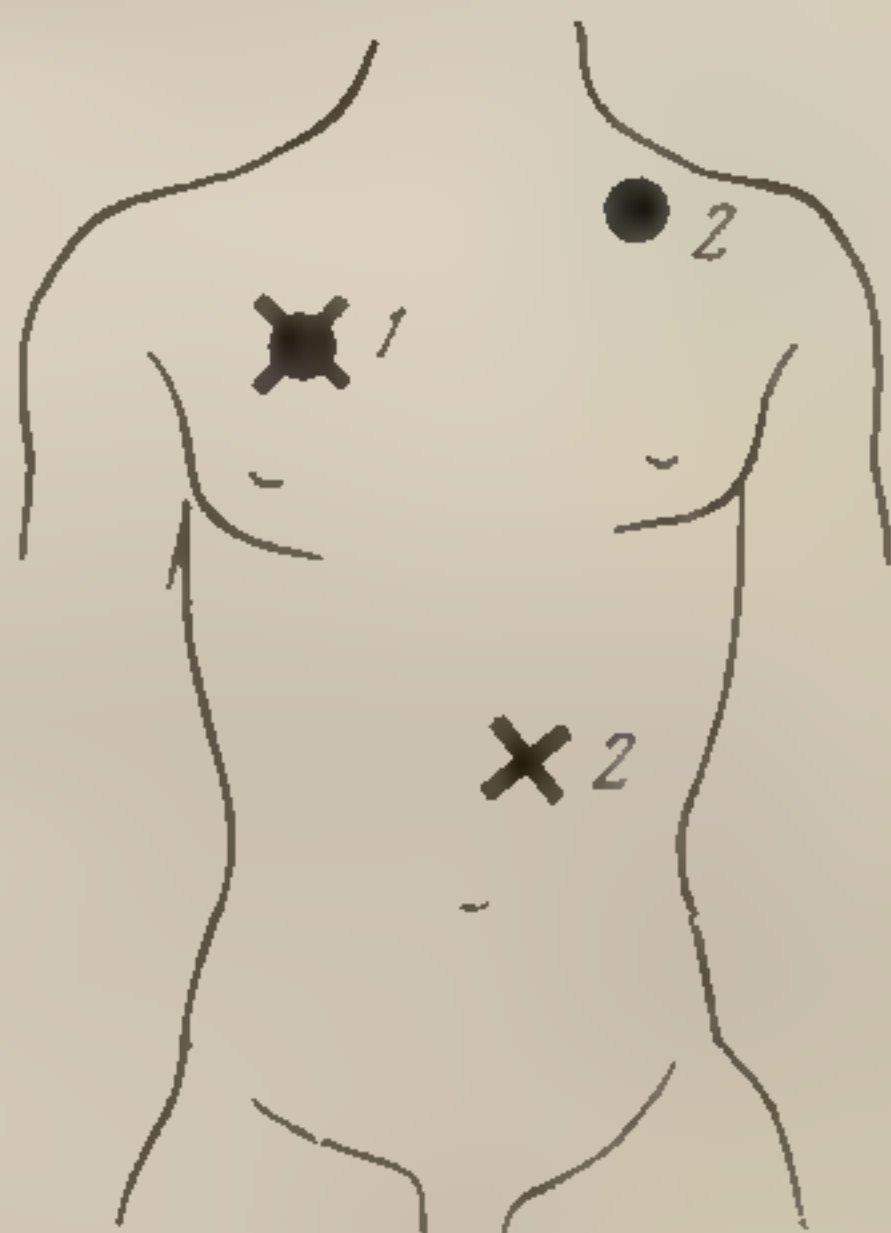
*б*



*в*



*г*



*д*

Рис. 36. Местные и отраженные боли (по Ирассеку)

*a* — местная, локализованная; *б* — разлитая (диффузная) боль; *в* — иррадирующая в соседние области; *г* — иррадирующая в отдаленные области; *д* — отраженная (1 — ощущаемая в месте раздражения, 2 — ощущаемая в отдаленных участках)



которая в течение ряда лет растет, не вызывая ни малейшего страдания. Но наступает период, когда больного начинают терзать острые, мучительные боли и приглашенный врач констатирует далеко зашедшую болезнь.

Происхождение раковых болей не всегда понятно. В очень редких случаях опухоль прорастает в нервные стволы, симпатические узлы. Иногда она сдавливает нервы, в особенности чревные, несущие болевые импульсы от внутренних органов. Разрастаясь и уплотняясь, раковая опухоль сжимает кровеносные и лимфатические сосуды, симпатические узлы и цепочки, чувствительные корешки спинномозговых нервов. По артериальным сплетениям, болевым нервам и симпатической сети безостановочно изо дня в день поступают в центральную нервную систему залпы импульсов. Этому потоку болей современная медицина противопоставляет не только большое количество смягчающих и успокаивающих боль средств, но и тщательно разработанную систему хирургических приемов, позволяющих во многих случаях приостановить доступ болевых сигналов в центральную нервную систему.

Иначе обстоит дело с отраженной болью. При заболевании сердца человек ощущает боль в затылке или в левой руке, при заболеваниях желудка — в области пупка, при поражениях диафрагмы — в затылке или лопатке, при почечной колике — в яичках и в области грудины, при заболеваниях гортани — в ухе и т. д. (рис. 36). Описаны случаи, когда ангины с резкими болями в глотке являлись спутниками или предвестниками острого аппендицита. Заболевания печени, желудка и желчного пузыря сопровождаются иногда зубной болью. При камнях в мочевом пузыре больные нередко жалуются на боли в области головки полового члена.

Интересные наблюдения сделал советский ученый Б. А. Долго-Сабуров. Он случайно проглотил кость и оцарапал слизистую оболочку пищевода. В результате возникло воспаление верхнего участка грудного отдела пищевода, сопровождающееся характерными болями по всей левой половине груди, в левой подмышечной ямке и на передней поверхности левого плеча. По мере утихания воспалительного процесса район болей уменьшался, пока, наконец, не свелся к маленькому участку — боль возникала только при акте глотания и ограничивалась внутренней поверхностью левой двуглавой мышцы плеча.

Примером отраженной боли являются боли в затылке и в левой руке при заболевании сердца. При этом питательной мышцей наблюдаются при артерий тромбоз, некоторых и сосудов сердца (стр. 24). Однако нередко боли в центральную нервную систему невыносимые боли не в лопатке, левой стороне шеи. Наряду с отраженными болями диагностики заболеваний повышенной кожной чувствительности может отсутствовать, но кожа становится особенно раздражаемым. Даже при не говоря уже об уколе боли. Болезненность расщепленную, мышцы и т. д. снижение порога болевой. Интересно отметить, что уменьшить боль во внутренних зонах повышенной чувствительности. Подробный анализ и областей повышенной чувствительности к невропатологии английского кожной, в которых заболевания внутренних «зон Гэда». Ради исторической что еще в 1895 г. выдающийся указывал, что органы можно обнаружить в определенных литературе нередко в Гэда». Распределение зон боли при заболеваниях можно тщательно как от



Примером отраженных болей могут служить широко известные даже неспециалистам боли при грудной жабе и некоторых заболеваниях сердца. Приступы грудной жабы возникают в результате резкого сжатия (спазма) сосудов, питающих сердце, известных под названием венечных артерий. При этом питание определенных участков сердечной мышцы ослабляется или прекращается. Сердечные боли наблюдаются при артериосклерозе, закупорке артерий тромбом, некоторых других заболеваниях мышцы и сосудов сердца (стр. 240).

Однако нередко болевые импульсы, поступающие в центральную нервную систему, вызывают совершенно невыносимые боли не в самом сердце, а в левой руке, лопатке, левой стороне шеи и головы, в брюшной полости.

Наряду с отраженными болями большое значение для диагностики заболеваний внутренних органов имеют зоны повышенной кожной чувствительности. Отраженная боль может отсутствовать, но в определенных областях тела кожа становится особенно чувствительной к болевым раздражениям. Даже прикосновение к кожным волоскам, не говоря уже об уколе булавкой, вызывает ощущение боли. Болезненность распространяется и на подкожную клетчатку, мышцы и т. д. При этом происходит резкое снижение порога болевой чувствительности.

Интересно отметить, что в некоторых случаях удается уменьшить боль во внутренних органах, анестезируя кожные зоны повышенной чувствительности.

Подробный анализ локализации отраженных болей и областей повышенной чувствительности принадлежит английскому невропатологу Гэду (1898 г.). По его имени участки кожи, в которых человек испытывает боль при заболеваниях внутренних органов, получили название «зон Гэда».

Ради исторической справедливости следует сказать, что еще в 1895 г. выдающийся русский клиницист Г. А. Захарьин указывал, что при некоторых болезнях внутренних органов можно обнаружить зоны повышенной чувствительности в определенных участках кожи. Поэтому в русской литературе нередко встречается название «зоны Захарьина — Гэда».

Распределение зон повышенной болевой чувствительности при заболеваниях внутренних органов изучено весьма тщательно как отечественными, так и зарубежными



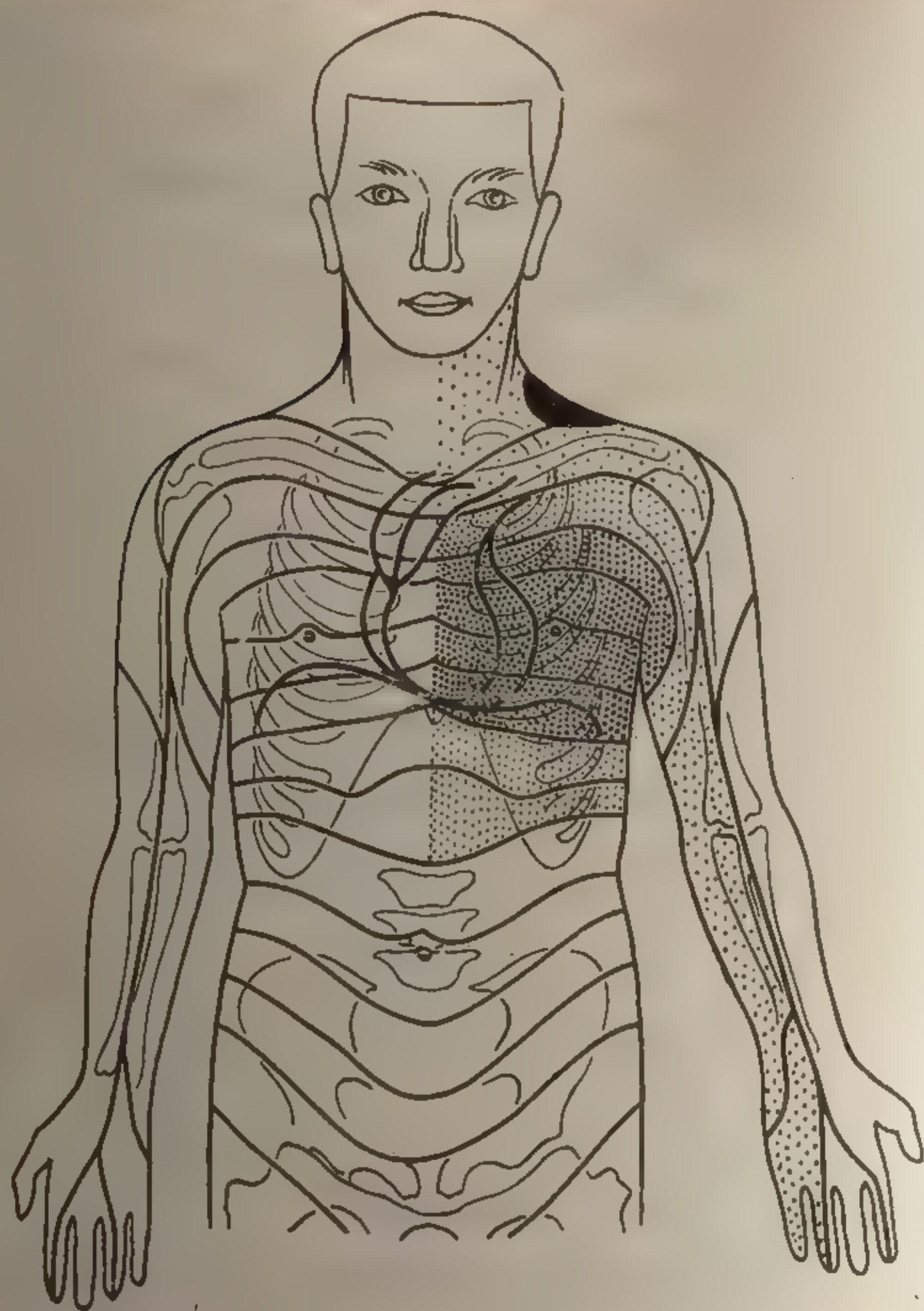


Рис. 37. Кожная проекционная зона сердца

учеными. Обычно оно соответствует определенным дерматомам и подчиняется закономерностям сегментарного строения тела. Конфигурация, величина зоны при различных заболеваниях внутренних органов меняются в зависимости от интенсивности болезненного процесса, состояния больного, проводимого лечения. Интересно отметить, что внутри зоны можно обнаружить точку максимальной чувствительности (точка Мекензи). При поражении органов, расположенных по средней линии тела (пищевод, матка), зоны Захарьина — Гэда выявляются на симметричных участках с двух сторон. Для непарных органов (сердце,

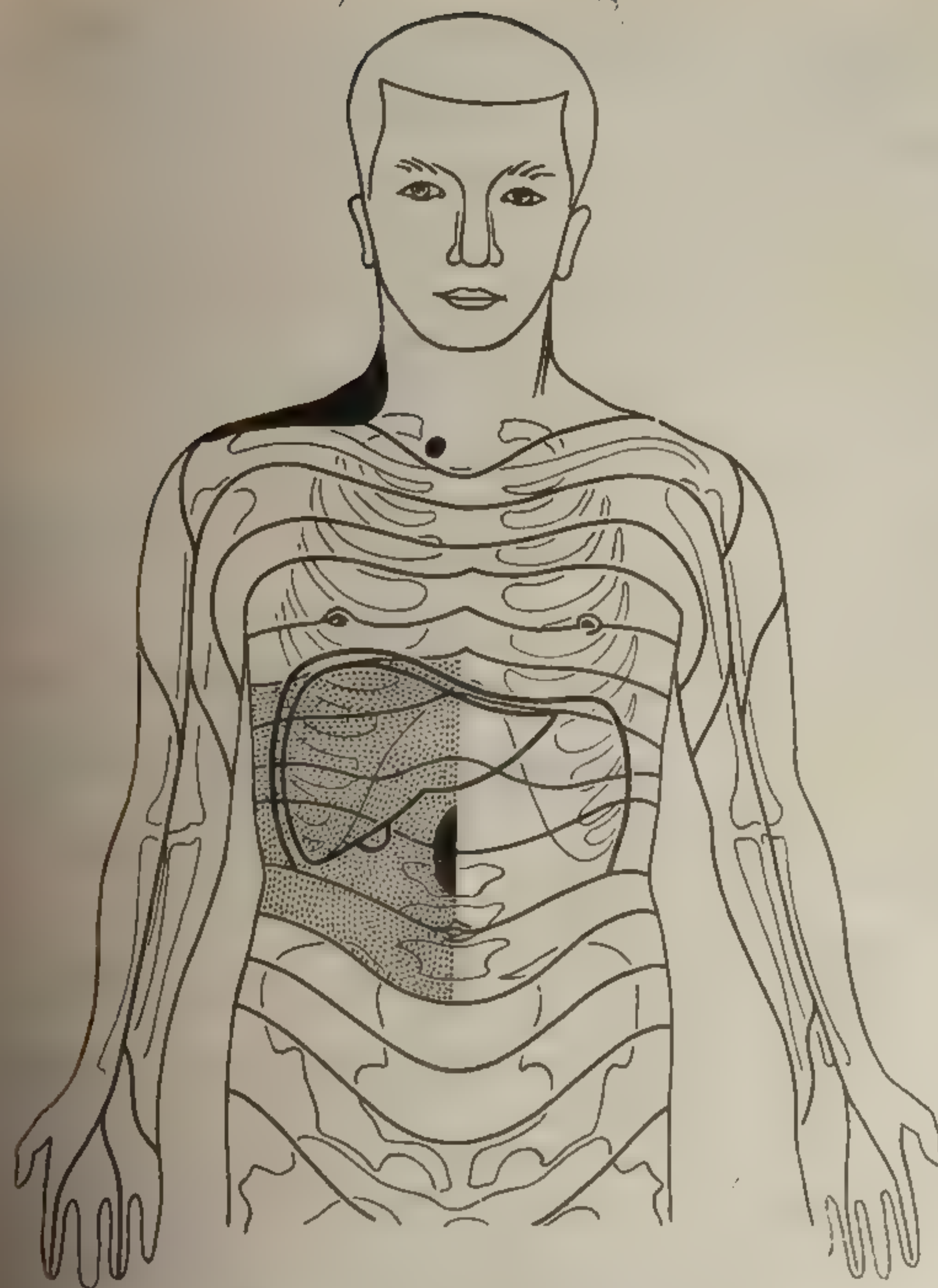


Рис. 38. Кожная проекционная зона печени

печень, желудок) зоны удается обнаружить только с одной стороны тела (рис. 37 и 38).

Наши исследования, а также работы ряда ученых (В. Г. Вогралика, Э. Ш. Халфена и др.) показали, что в зонах повышенной чувствительности кожа значительно отличается от нормальной. Меняется ее температура, увеличивается или уменьшается электропроводность, перестраиваются физические и физиологические свойства. Она необычно реагирует на введение некоторых химических веществ (например, адреналина, гистамина). Кожные сосуды нередко расширены или, наоборот, сужены,



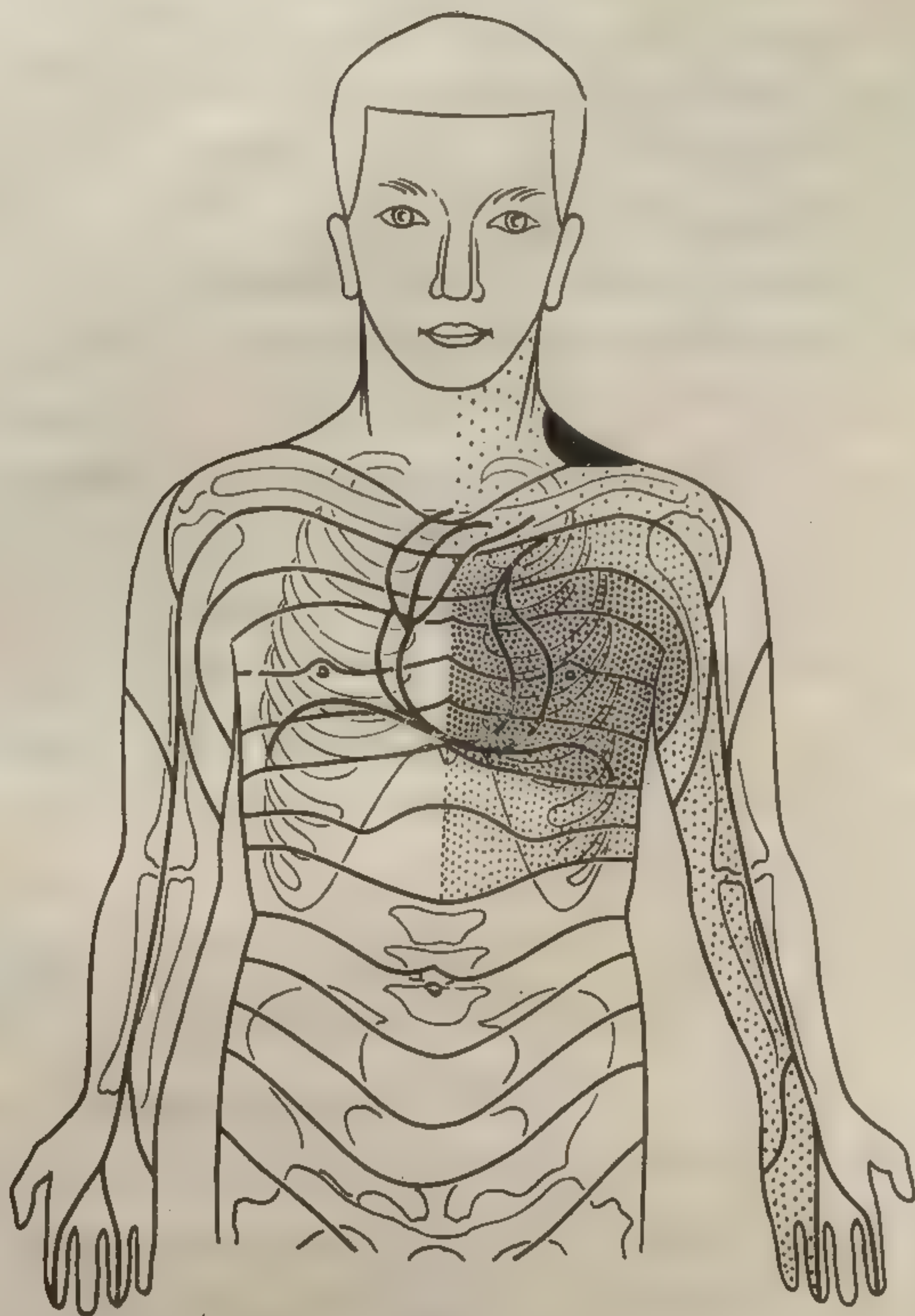


Рис. 37. Кожная проекционная зона сердца

учеными. Обычно оно соответствует определенным дерматомам и подчиняется закономерностям сегментарного строения тела. Конфигурация, величина зоны при различных заболеваниях внутренних органов меняются в зависимости от интенсивности болезненного процесса, состояния больного, проводимого лечения. Интересно отметить, что внутри зоны можно обнаружить точку максимальной чувствительности (точка Мекензи). При поражении органов, расположенных по средней линии тела (пищевод, матка), зоны Захарьина — Гэда выявляются на симметричных участках с двух сторон. Для непарных органов (сердце,



Рис. 38

печень, желудок)  
стороны тела (ри  
Наши исслед  
(В. Г. Богралика  
зонах повышенн  
отличается от но  
личивается или  
страиваются фи  
Она необычно ре  
теских веществ (н  
ные сосуды пере



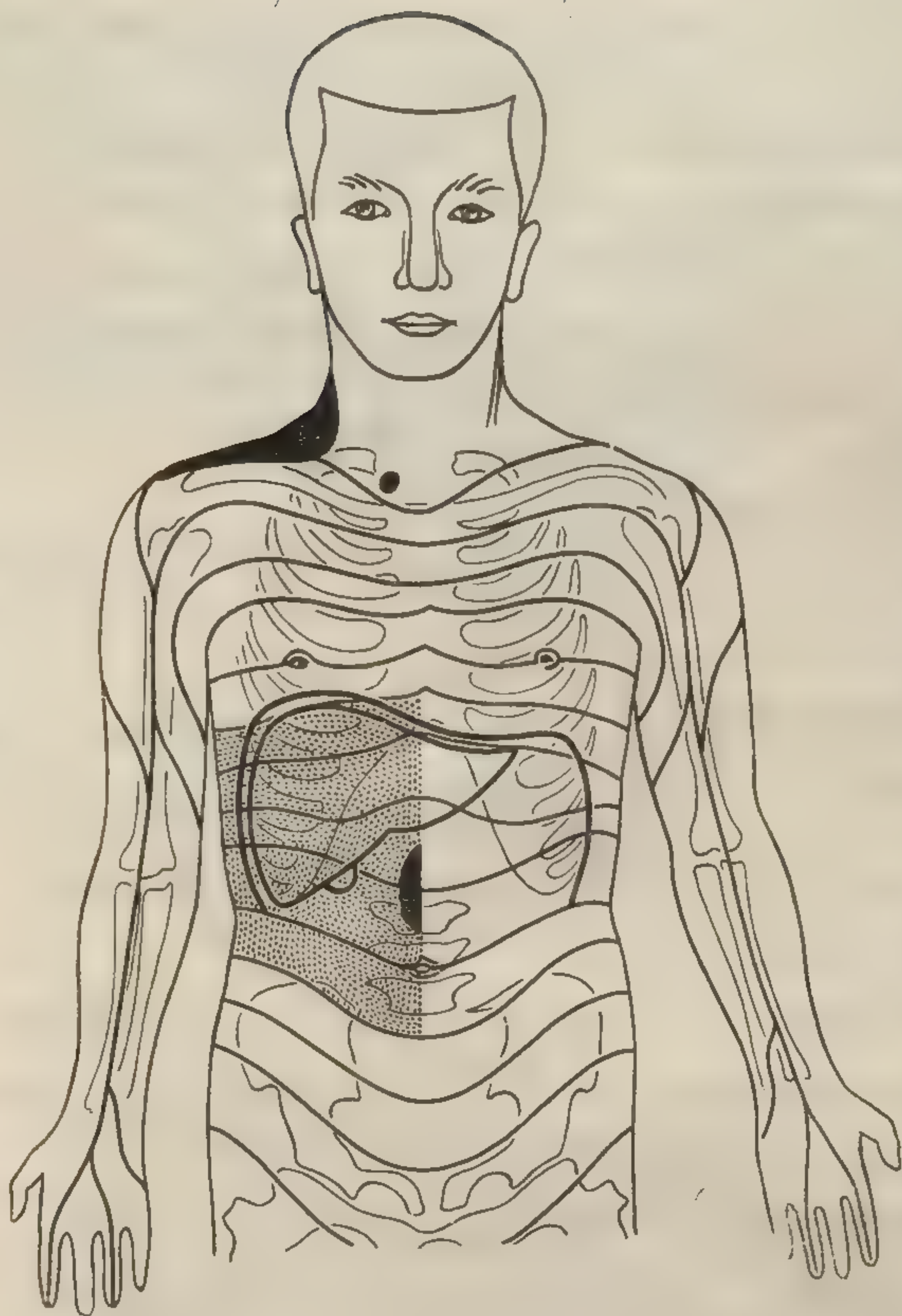


Рис. 38. Кожная проекционная зона печени

печень, желудок) зоны удается обнаружить только с одной стороны тела (рис. 37 и 38).

Наши исследования, а также работы ряда ученых (В. Г. Вогралика, Э. Ш. Халфена и др.) показали, что в зонах повышенной чувствительности кожа значительно отличается от нормальной. Меняется ее температура, увеличивается или уменьшается электропроводность, пере-страиваются физические и физиологические свойства. Она необычно реагирует на введение некоторых химических веществ (например, адреналина, гистамина). Кожные сосуды нередко расширены или, наоборот, сужены,



## Болевые зоны при заболеваниях внутренних органов

Заболевший орган	Сегменты спинного мозга
Легкое	1—7-й грудные, особенно 2—5-й грудные
Сердце	3—5-й шейные, 1—8-й грудные, преимущественно слева, иногда с двух сторон
Пищевод	Главным образом 5-й грудной, также 6, 7 и 8-й грудные
Грудная железа	4 и 5-й грудные
Желудок	7, 8 и 9-й грудные, обычно с двух сторон
Кишечник	9—12-й грудные, с двух сторон или только слева
Печень	8—10-й грудные, справа
Желчный пузырь	Преимущественно 8 и 9-й грудные, также 5—7-й грудные
Почка	Преимущественно 10-й грудной, также 11—12-й грудные, 1-й поясничный
Мочеточник	11 и 12-й грудные, 1-й поясничный
Яички	10-й грудной
Придаток яичек	11 и 12-й грудные
Мочевой пузырь	11 и 12-й грудные, 1-й поясничный, также 3—4-й крестцовые
Простата	10 и 11-й грудные, также 1—3 и 5-й крестцовые
Яичник	10-й грудной
Фаллопиева труба	11 и 12-й грудные
Шейка матки	11 и 12-й грудные и 1—4-й крестцовые
Тело матки	10-й грудной, 1-й поясничный

иногда пульсируют, потоотделение изменено, кожа легко изъязвляется и т. д.

Интересные исследования в этой области принадлежат советскому невропатологу М. И. Аствацатурову, который описал феномен так называемой реперкуссии. Этим термином обозначается распространение болевых импульсов по нервным путям с больных органов на здоровые. Раздражение менее чувствительных к боли участков тела вызывает болевое ощущение и более чувствительных.

Рис. 39. Ме  
болей пр  
Импульсы от д  
ву (7) через м  
(8) на уровне  
вышение возбу  
сте с импульс  
нейроны (9) п  
достигают корь  
щение по пути  
создается зона  
Приводим кл  
распределение о  
руемым определ  
(таблица).  
Механизмы  
повышенной чув  
ны (рис. 39). Д  
рий. Крупнейши  
Ферстер, 1-й изд.



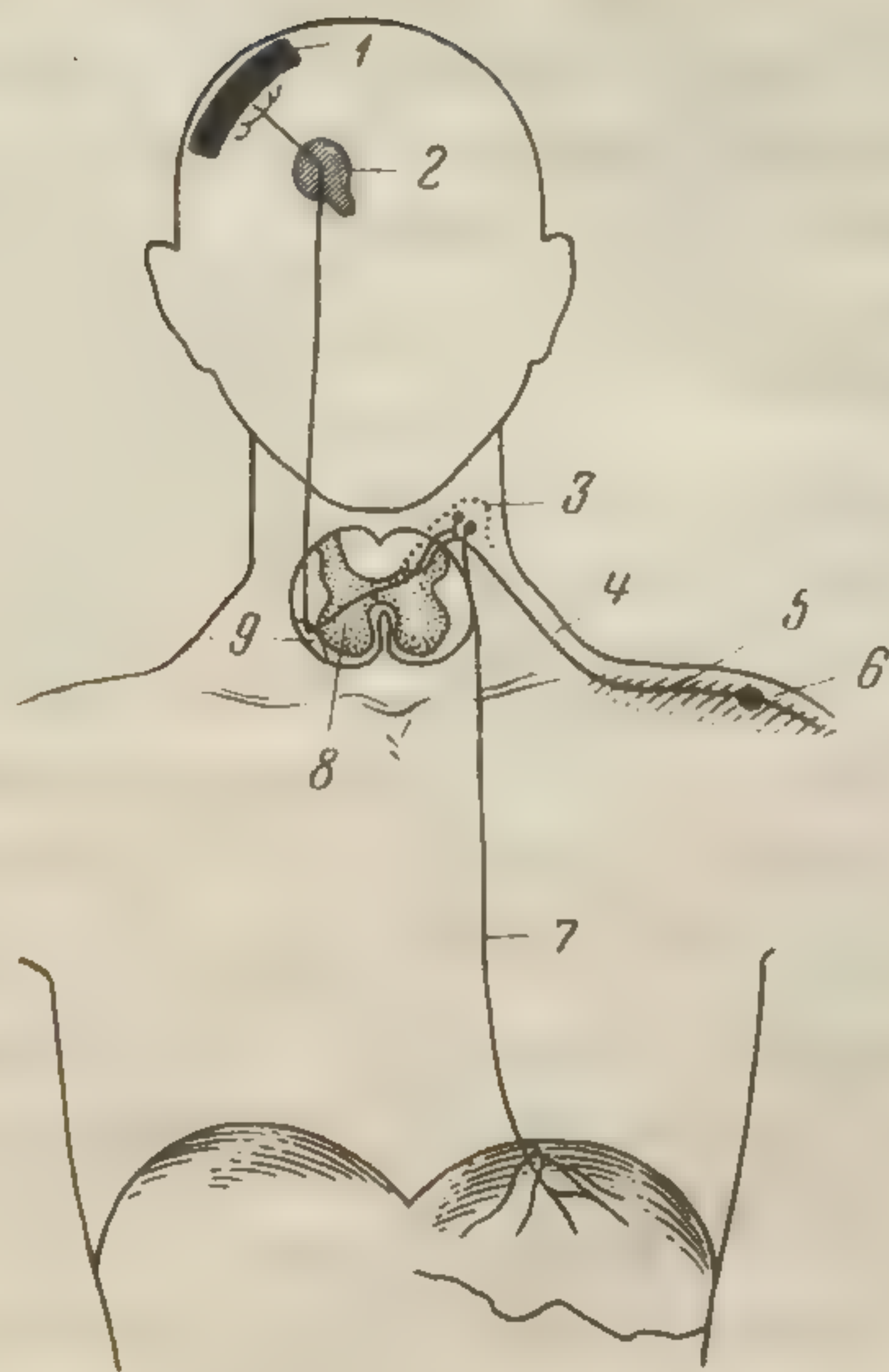


Рис. 39. Механизмы возникновения отраженных болей при раздражении диафрагмы (схема)

Импульсы от диафрагмы доходят по диафрагмальному нерву (7) через межпозвоночный узел (3) до спинного мозга (8) на уровне IV шейного сегмента. Здесь они вызывают повышение возбудимости в чувствительном нейроне (4) и вместе с импульсами от этого нейрона через промежуточные нейроны (9) поступают в зрительный бугор (2), а затем достигают коры мозга (1). Возникающее в коре болевое ощущение по пути нейрона (4) проецируется на периферию, где создается зона повышенной болевой чувствительности (5, 6)

Приводим классическую схему Гэда, характеризующую распределение отраженных болей по сегментам, иннервируемым определенными задними нервными корешками (таблица).

Механизмы возникновения отраженных болей и зон повышенной чувствительности сложны и не всегда понятны (рис. 39). Для их объяснения предложено немало теорий. Крупнейшие невропатологи и физиологи — Мекензи, Ферстер, Гизе, А. М. Гринштейн, А. Е. Щербак — выска-



зывали разные точки зрения. Можно думать, что при поражении внутренних органов и длительной болевой импульсации, поступающей в спинной мозг, резко изменяется химизм нервных центров. Медиаторы нервного возбуждения (ацетилхолин, норадреналин) накапливаются в большом количестве вокруг нейронов, непосредственно получающих соответствующие сигналы. Вследствие этого возникают массивные очаги раздражения в задних рогах серого вещества спинного мозга. Каждый очаг подобного рода может явиться причиной распространения болевых импульсов на соседние сегменты.

Чувствительные импульсы могут различным образом переключаться через спинной мозг на двигательные. В тех случаях, когда возбуждение из одних внутренних органов передается на другие, говорят о висцеро-висцеральных рефlekсах. Перенос возбуждения с внутренних органов на поперечнополосатые или гладкие мышцы лежит в основе висцеро-моторных рефlekсов, а с внутренних органов на кожу — рефlekсов висцеро-сенсорных.

Одна из теорий отраженных болей принадлежит Л. А. Орбели. Изучая физиологические особенности вегетативной нервной системы, Л. А. Орбели убедился, что при заболеваниях внутренних органов помимо болевых сигналов, поступающих в центральную нервную систему по чувствительным нервным волокнам, существует и другая сигнализация — через симпатическую нервную систему.

В настоящее время можно считать доказанным, что чувствительные (афферентные) импульсы поступают в центральную нервную систему не только через задние нервные корешки, но и по симпатическим нервным волокнам. Этому вопросу посвятили ряд исследований многие советские ученые — морфологи, физиологи и клиницисты (А. Л. Заварзин, Б. И. Лаврентьев, А. С. Догель, В. Н. Черниговский, А. М. Гринштейн и др.).

Предположим, что в желчном пузыре или в желчных протоках образовались камни. Они давят на окончания чувствительных нервов и в то же время раздражают нервные симпатические волокна, в виде густой сети оплетающие стенки пузыря и протока. Симпатические импульсы распространяются в разные стороны и поступают не только в спинной мозг, но и в мышцы, кожу, подкожную клетчатку. Они изменяют возбудимость тканей, повышают их чувствительность, перестраивают обмен веществ.

Недлительная, что  
на достаточно  
многочисленные раздражители  
повышенной чувствительности  
если же к боли — о тш  
Для того чтобы точно  
точное местоположение  
рецепторы прикосновения  
строением и большей чувст  
болевых нервов. Вследстви  
раздражение. Если, напри  
на котором в силу той п  
только болевая чувствител  
трудно определить. Но есл  
к здоровому участку кожи.  
нают принимать определ  
ваться. Рецепторы прикос  
в мозг, и благодаря такой  
указать источник болевого

Механизм возникновения  
достаточно ясен. Принято  
при заболеваниях внутрен  
следующие основные при  
1. Нарушение кровообра  
щения и боли в области  
нарушением кровоснабжен  
жаба, боли при спазме, су  
артерий, склерозе сосудов  
всего от недостаточного  
ную сеть сердца, малокро  
татка столь необходимого  
Таков же механизм  
мышечных болей и болей  
закупоркой брыжжечной  
реинной артерий. Мучитель  
нике в печени, могут быть  
разом аорты, который при  
и органах грудной и брюш



Неудивительно, что все кожные рецепторы начинают на определенном участке, обычно строго ограниченном и достаточно четко очерченном, реагировать на самые ничтожные раздражения. При этом возникает состояние повышенной чувствительности. Если повышается чувствительность к прикосновению, мы говорим о гиперестезии, если же к боли — о гипералгезии.

Для того чтобы точно определить источник боли, его точное местоположение, размеры и форму, используют рецепторы прикосновения. Они отличаются более тонким строением и большей чувствительностью, чем окончания болевых нервов. Вследствие этого они легче воспринимают раздражение. Если, например, раздражать участок кожи, на котором в силу той или иной причины сохранилась только болевая чувствительность, источник боли очень трудно определить. Но если одновременно прикоснуться к здоровому участку кожи, границы боли тотчас же начинают принимать определенное очертание — локализоваться. Рецепторы прикосновения шлют свои импульсы в мозг, и благодаря такой «помощи» человек может легко указать источник болевого ощущения.

\* \* \*

Механизм возникновения висцеральной боли не всегда достаточно ясен. Принято считать, что болевые ощущения при заболеваниях внутренних органов могут вызвать следующие основные причины:

1. *Нарушение кровотока в органах.* Неприятные ощущения и боли в области сердца чаще всего обусловлены нарушением кровоснабжения сердечной мышцы. Грудная жаба, боли при спазме, сужении или закупорке венечных артерий, склерозе сосудов сердца и т. д. зависят прежде всего от недостаточного поступления крови в артериальную сеть сердца, малокровия сердечной мышцы и недостатка столь необходимого для дыхания тканей кислорода.

Таков же механизм возникновения некоторых видов мышечных болей и болей в брюшной полости, вызванных закупоркой брыжжечной, селезеночной, почечной и боденной артерий. Мучительные боли, возникающие в кишечнике и печени, могут быть вызваны в ряде случаев склерозом аорты, который приводит к нарушению кровотока в органах грудной и брюшной полостей.



2. Спазм или судорожные сокращения гладкой мускулатуры внутренних органов. Пронизывающие боли, наблюдающиеся иногда при язве желудка, зависят в большинстве случаев от стойкого сокращения его мышечной стенки. Эта же причина лежит в основе так называемых голодных болей, возникающих в пустом желудке. Боли при язвах начальной части желудочно-кишечного тракта возникают чаще всего вследствие сокращения мышц привратника или стенки двенадцатиперстной кишки. При судорожных сокращениях желчного пузыря или желчного протока возникает обычно сильная боль в брюшной полости. К этой же категории относятся боли при судорогах поперечно-полосатых мышц, вызванных различными причинами, например столбняком.

3. *Растяжение стенки полых органов.* Эти боли зависят от растяжения желудка, кишок, желчного пузыря, желчного протока, почечной лоханки, мочеточника. Они отличаются своеобразным расплывчатым характером, нередко сопровождаются тошнотой, рвотой, падением кровяного давления. Примером таких болей могут служить кишечные колики, вызванные скоплением газов, боли при прохождении камня через мочеточник, желчный проток и т. д.

К этой же категории следует отнести боли, обусловленные внезапным сужением или растяжением сосудов. Некоторые исследователи говорят даже о судорогах сосудистой стенки. Особой болезненностью отличаются быстрые переходы сосудов от сужения к расширению, и обратно. Во многих случаях причиной болей в различных органах является нарушение сосудистого тонуса (например, при головных болях).

4. *Воспалительные изменения в органах и тканях.* В этих случаях чувствительность болевых рецепторов к болевым раздражениям резко повышается. Обычные раздражения, не вызывающие неприятных ощущений, превращаются в болевые. При наличии воспалительного очага особенно сильная боль может быть обусловлена всеми перечисленными выше причинами: недостаточным кровоснабжением, ограниченным поступлением кислорода в ткани, судорожным сокращением мышц, изменением просвета сосудов, накоплением продуктов нарушенного обмена веществ, образованием болевых веществ.

Как говорилось выше, в болю. Не удается также рые участки оболочек моющих его полушария), бния желудочков мозга, черепа. При операциях боли, если тот

В течение многих лет  
чувствительность черепно-мозговых оболочек к температурным колебаниям. Оказалось, что у людей, как здоровых, так и больных, чувствительность черепно-мозговых оболочек к температурным колебаниям была одинаковой. Оказалось, что у людей, как здоровых, так и больных, чувствительность черепно-мозговых оболочек к температурным колебаниям была одинаковой.

1/29 Г. Н. Кассиль



## Боль — болезнь

## Головная боль

Трудно встретить нормального, здорового человека, который бы хоть раз в жизни не испытал головной боли. Головная боль — самый распространенный вид боли, наиболее частый и упорный. Характер головных болей весьма разнообразен, так же как и разнообразны вызывающие их причины. Сюда относятся и легкие боли, похожие скорее на тяжесть в голове, и жестокие мигрени, при которых человек теряет покой и сон.

Головные боли сопровождают часто различные заболевания внутренних органов и быстро исчезают при их излечении. Появлению их в немалой степени способствует недосыпание, переутомление, перегревание на солнце, нерегулярное питание, неприятности, огорчения. При сильных головных болях следует обратиться к врачу и не пытаться собственными средствами лечить ту или иную болезнь.

Как говорилось выше, вещество мозга нечувствительно к боли. Не удастся также вызвать боль, раздражая некоторые участки оболочек мозга (твердой и мягкой, покрывающих его полушария), безболезненны сосудистые сплетения желудочков мозга, нечувствительны к боли кости черепа. При операциях на черепе больной не испытывает боли, если только предварительно обезболить покрывающие его мягкие ткани.

В течение многих лет хирурги и физиологи изучали чувствительность черепа и внутричерепных образований у людей, как здоровых, так и страдающих различными заболеваниями. Оказалось, что кожа головы остро реагирует на температурные, химические, механические и элек-



трические раздражения. Но уже расположенный под кожей сухожильный шлем, покрывающий череп, чувствителен только к механическим воздействиям. Очень болезненны все мышцы головы, чувствительны и покрывающие их тонкие оболочки. Надкостница черепа отвечает болью на раздражения в области надбровных дуг и нижней части височной кости. В остальных частях надкостница безболезненна. Особой болезненностью отличаются черепные артерии — поверхностные и глубокие. Височная артерия, позвоночная и средняя мозговая отвечают острой болью на любое прикосновение, на легкое пощипывание или механическое растяжение их просвета; и лишь впрыскивание новокаина в наружную стенку артериального ствола прекращает болевое ощущение.

Твердая мозговая оболочка поверхности мозга нечувствительна к боли, но в тех областях, где в ней проходят средняя мозговая артерия и продольная венечная пазуха, любое раздражение вызывает сильнейшую боль. Чрезвычайно чувствительны к болевому раздражению участки твердой мозговой оболочки, выстилающие переднюю черепную ямку, мозговые и мозжечковые артерии, большие венозные пазухи, собирающие кровь, оттекающую от центральной нервной системы, и некоторые (не все) черепно-мозговые нервы.

Причина головных болей не всегда выявляется. В ней легко разобраться, если нарушена целостность кожных покровов головы, нанесено огнестрельное или ножевое ранение, если на голове имеется опухоль или гнойный очаг. Труднее объяснить происхождение головной боли в тех случаях, когда источником являются кости черепа или внутричерепные органы и ткани.

Чаще всего головная боль возникает вследствие болевого раздражения артерий и вен, сдавливания нервных стволов или воспалительных процессов в мозгу и костях черепа. Мозговые артерии и вены особенно остро реагируют на болевое раздражение. Сдавливания и растяжения их нередко ведут к головной боли, которая длится до тех пор, пока внутри черепа не восстановятся нормальные условия.

Как известно, мозг человека и животных погружен в особую жидкость, которая носит название спинномозговой. Эта жидкость, прозрачная и бесцветная, окружает всю центральную нервную систему, глубоко проникая в ее тол-



шу. Количество спинномозговой жидкости у одного и того же человека мало меняется в течение его жизни. Обычно у нормального здорового человека существует равновесие между притоком и оттоком спинномозговой жидкости. В течение определенного отрезка времени образуется и всасывается обратно в кровь одно и то же количество жидкости. Но иногда, в силу тех или иных причин, образование спинномозговой жидкости увеличивается или ее отток уменьшается. Это ведет к нарушению равновесия и избыточному накоплению жидкости в полости черепа. Поскольку кости черепа не растягиваются и вместимость его не может беспредельно увеличиваться, внутричерепное давление начинает постепенно нарастать, и следовательно, спинномозговая жидкость неизбежно сдавливает головной мозг. Это приводит к натяжению мозговых оболочек, артерий и вен. Болевые рецепторы некоторых внутричерепных тканей раздражаются, и возникает головная боль, иногда мучительного, давящего характера. Повышение внутричерепного давления — одна из наиболее частых причин головной боли.

Другой причиной головной боли является нарушение мозгового кровообращения. Чувство боли возникает большей частью при переполнении мозговых сосудов кровью или при усиленной пульсации. Следовательно, все меры, которые могут уменьшить количество крови внутри черепа, ослабляют и успокаивают такую боль.

Существует особый метод рентгеновского исследования, позволяющий увидеть и даже сфотографировать сосуды мозга и мозговых оболочек. С его помощью доказано, что мучительная головная боль обусловлена в ряде случаев расстройством кровообращения и расширением мозговых сосудов.

Просвечивание лучами Рентгена дало возможность сфотографировать мозговые сосуды при введении в кровь небольших количеств гистамина. На снимке отчетливо видно, что сосуды мягкой и твердой мозговых оболочек расширены и находятся в состоянии усиленной пульсации. Постепенно в процесс вовлекаются все артерии мозга, начиная с внутренней сонной и кончая позвоночной. Потoki импульсов поступают в центральную нервную систему по тройничному и блуждающему нервам, иногда по веточкам верхних шейных нервов. Возникает стреляющая пульсирующая боль.



Нередко трудно отличить сосудистые боли от мышечных, вызванных судорожным сокращением мышц черепа или воспалительными явлениями в них. Для дифференциального диагноза применяется гистаминовая проба. Испытуемому вводят в вену 0,2 мг фосфорнокислого гистамина. Лица, страдающие головными болями сосудистого происхождения, ощущают после инъекции сильную жгучую боль в области черепа, сходную с привычной для них головной болью. При болях мышечного происхождения введение гистамина не вызывает обострения болей.

Иногда головная боль наблюдается при увеличенном содержании гистамина в крови. В тех случаях, когда образование его в организме повышено, а разрушение по какой-либо причине задерживается, в крови накапливаются значительные количества этого вещества. У лиц, в крови которых содержится избыток гистамина, наряду с другими болезненными явлениями нередко наблюдаются затяжные головные боли.

По-видимому, при избытке гистамина в крови и тканях происходит изменение проницаемости сосудистых стенок. Оно сопровождается набуханием внутренней оболочки сосудов и уменьшением их просвета. Кровообращение мозга ухудшается. Развивается гипоксия, рецепторы сосудистых стенок сдавливаются, получают недостаточное количество кислорода и сигнализируют в центральную нервную систему о возникших «неполадках». В таких случаях больным хорошо помогают различные химические препараты, разрушающие гистамин в организме или препятствующие его образованию из гистидина.

Мы применяем в этих случаях предложенный нами метод лечения головных болей ионотализацией слизистой оболочки носа (так называемый «назальный электрофорез»). В ряде случаев положительный результат был получен при ионизации с антигистаминовыми веществами (димедрол, антистин, антиаллергин), с новокаином или химическими препаратами, разрушающими адреналин (эрготамин, гинерген).

Довольно часто головные боли возникают при повышенном кровяном давлении (например, при гипертонической болезни). В течение многих лет больные жалуются на постоянные головные боли, очень похожие на мигрени. Боли эти не имеют пульсирующего характера, но, как правило, связаны с изменением просвета и растяжением



артерий. Гипертонические боли возникают иногда вследствие растяжения наружной сонной артерии и ее ветвей. В этих случаях сдавливание пальцами височной или лобной артерий может ослабить болевой синдром, а перевязка этих сосудов надолго его снимает. Интересно отметить, что боль, вызванная повышенным внутричерепным давлением, смягчается и даже нередко полностью исчезает при поглаживании, массаже или простом прикладывании руки.

В нашу задачу не входит перечисление многочисленных заболеваний внутренних органов, сопровождающихся головными болями. Врачу приходится тщательно взвешивать все данные, полученные при исследовании больного, чтобы разобраться в причинах боли. Следует помнить, что эти боли иногда являются выражением тяжелых, в отдельных случаях трудно поддающихся лечебным воздействиям болезней.

Многие инфекционные заболевания, например тиф, малярия, туберкулез, сопровождаются тяжелыми головными болями. В некоторых случаях первым проявлением климактерического периода у женщин являются подобного рода боли, возникающие чаще всего вследствие стойкого расширения и растяжения мозговых артерий. Испорченный зуб или незаметное повреждение покровов либо костей черепа также вызывают длительные, упорные боли в различных участках головы, не поддающиеся действию «магической» тройчатки, пирамидона или кофеина. Достаточно в таких случаях удалить зуб, сделать небольшую операцию, и боли проходят бесследно.

На постоянные головные боли жалуются обычно лица, получившие повреждение головы во время несчастного случая. В военных госпиталях нередко можно встретить людей, раненных по касательной в голову. У них нет глубоких поражений черепа, в худшем случае пуля задела чувствительный нервный ствол или оцарапала надкостницу. И все же некоторые из таких больных испытывают постоянные тупые, распространяющиеся на всю голову боли.

Сколько раз к врачу обращаются с жалобами на головную боль лица, страдающие воспалением черепно-мозговых нервов. Эти боли отличаются иногда упорством и длительностью. Особенно тяжелые страдания доставляет в некоторых случаях так называемый тройничный нерв, охватывающий своими волокнами почти всю голову (рис. 40).



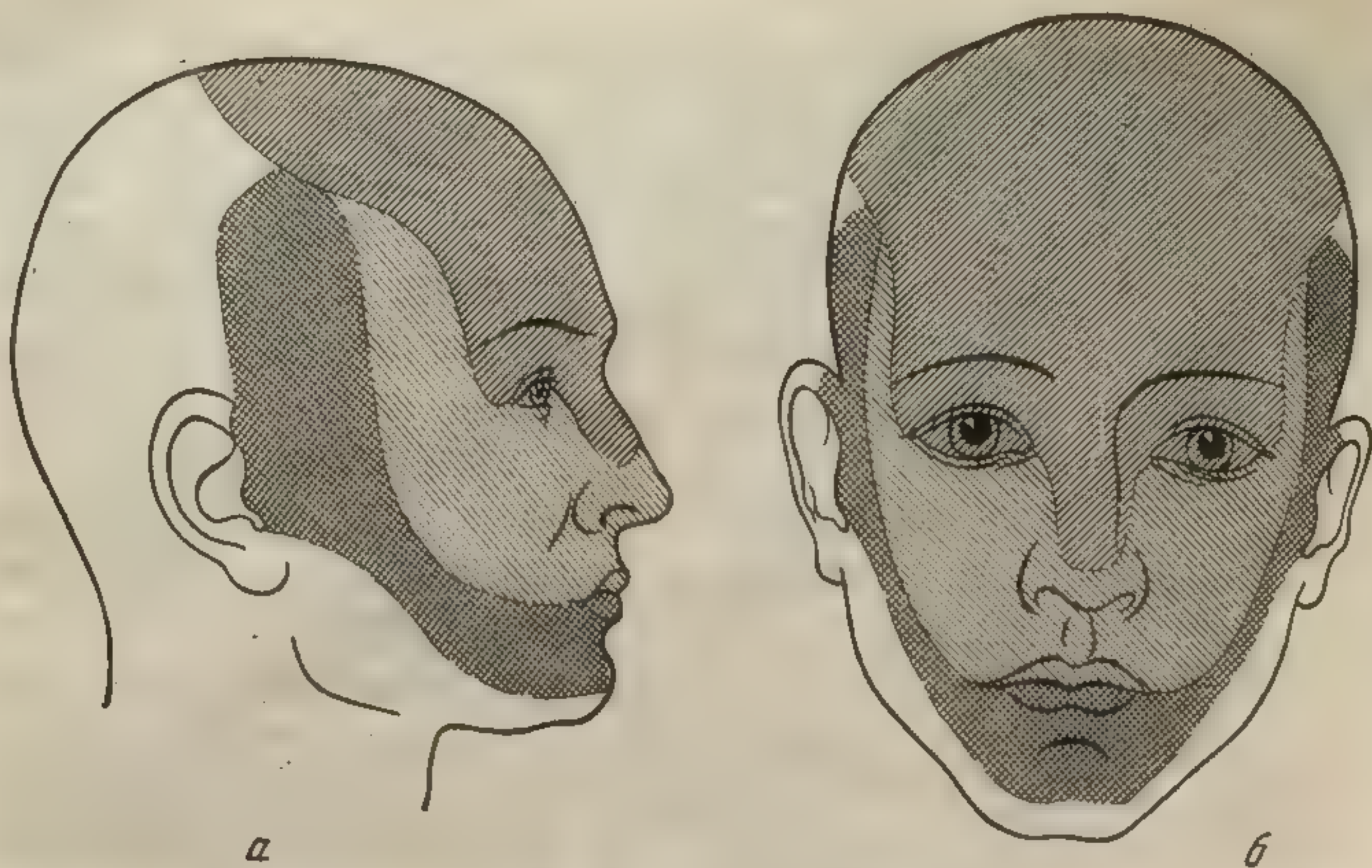


Рис. 40. Территория, снабжаемая тремя ветвями тройничного нерва (по Ирасеку)

а — вид сбоку, б — вид спереди

Невралгии тройничного нерва возникают в виде приступов, во время которых больной испытывает жестокие боли пульсирующего характера. Интересно отметить, что и в этих случаях, как показали наши исследования, в крови накапливается гистамин или исчезают естественные антигистамины. Боли, вызванные заболеванием глаз, носоглотки, уха, лобных пазух, часто доводят больного до полного изнеможения. В то же время с жалобами на головные боли силов и рядом приходят по существу здоровые люди, переутомленные напряженным трудом, которым надо выспаться, отвлечься, уехать на время в дом отдыха.


Головные боли невротиков, для которых характерны некоторые проявления нарушенного психического равновесия, отличаются тем, что они обычно появляются после хорошего сна и, наоборот, отсутствуют после плохо проведенной ночи. Для таких «больных» характерно, что они редко жалуются на простую головную боль. Они красочно рассказывают, что голова у них как бы стянута веревкой, что она «раскалывается» от боли, что она пустая или, наоборот, наполнена камнями. Они утверждают, что в их голову воткнута булавка или в мозг вколочен гвоздь и т. д. Один из наших больных, страдавший упорными головными болями, так описывал свое состояние: «В 6 часов утра на-

чались сильные сжим  
ку. Распирало затыл  
голова заполняется  
жет понять такую  
человек не вынесет  
вы к позвоночнику  
ет меня, забирает  
ное состояние, точ  
Боль, как от откр  
Печет в затылке.  
Выдержать нельзя  
очень страдал.  
нервной системы о

Упорные голов  
ного клинического  
ния больного, но  
радикально излеч  
что в развитии го  
психический мом  
страданиях и нер  
щения.

О роли вегета  
болевых ощуще  
случаях причине  
нормальной дея  
ной системы. За  
тативным невро  
привести к рас  
существо оно я  
вернее, физиоло  
ными частями  
ного аппарата, в  
лами и этажами  
страдает сердце  
чают точных сиг  
Они расширяютс  
суживаться, и су  
ся. Нарушается к  
в мозгу, страдаю  
приводит к упорн  
организма, снижен





чались сильные сжимающие боли. Все тянуло в одну точку. Распирало затылок, казалось, лежу на кирпичках... Вся голова заполняется. Боли обволакивают ее. Никто не может понять такую боль. Я и сам не понимаю. Ни один человек не вынесет подобной боли. Боль движется от головы к позвоночнику, спускается вниз к пояснице, опоясывает меня, забирается под ложечку. Совершенно невозможное состояние, точно каким-то орудием давит и затылок. Боль, как от открытой раны. Боль жгучая, сжигающая. Печет в затылке. Кто-то рвет голову острыми когтями. Выдержать нельзя...» По-видимому, больной действительно очень страдал. Но никаких органических поражений нервной системы обнаружить у него не удалось.

Упорные головные боли требуют, разумеется, тщательного клинического и клинико-физиологического обследования больного, но подчас самое простое вмешательство радикально излечивает такого больного. Следует помнить, что в развитии головных болей огромное значение имеет психический момент. Люди фиксируют внимание на своих страданиях и нередко преувеличивают болезненные ощущения.

О роли вегетативной нервной системы в возникновении болевых ощущений уже говорилось выше. В некоторых случаях причиной головных болей является расстройство нормальной деятельности этого важнейшего отдела нервной системы. Заболевание, которое принято называть вегетативным неврозом, или вегетативной дистонией, может привести к расстройству всей деятельности организма. По существу оно является нарушением регуляции функций, вернее, физиологического взаимодействия между различными частями комплексного нервно-гуморально-эндокринного аппарата, и первую очередь между различными отделами и этажами головного мозга. При этом, как правило, страдает сердечно-сосудистая система. Сосуды не получают точных сигналов либо перестают на них отвечать. Они расширяются в тех случаях, когда должны были суживаться, и суживаются, вместо того чтобы расширяться. Нарушается кровообращение в органах, в том числе и в мозгу, страдают их питание и деятельность. Все это приводит к упорным головным болям, общему ослаблению организма, снижению трудоспособности.



## Мигрень

Если головные боли проявляются в виде приступов и сопровождаются тошнотой и рвотой, боязнью света и шума, следует подумать о мигрени. Наиболее характерным признаком этого заболевания является гемикрания, т. е. половинная боль («геми» — половина, «кранион» — череп). Голова как бы разделена надвое. В одной половине мучительная боль, в другой относительное спокойствие. Лицо при мигрени краснеет, перед глазами проносятся какие-то мушки, искры, огоньки, зигзаги, в ушах звенит, земля уплывает из-под ног.

Больного мигренью незадолго до приступа преследуют какие-то воображаемые запахи, он слышит звон в ушах, видит окружающий мир в извращенном свете. Михаил Булгаков с предельной точностью описал приступ мигрени у прокуратора Иудеи Понтия Пилата.

«Более всего прокуратор ненавидел запах розового масла, и все теперь предвещало нехороший день, так как запах этот начал преследовать прокуратора с рассвета...» Так начинается вторая глава романа «Мастер и Маргарита». «Прокуратору казалось, что розовый запах источают кипарисы и пальмы в саду, что к запаху кожаного снаряжения и пота от конвоя примешивается проклятая розовая струя.

От флигелей в тылу дворца, где расположилась пришедшая с прокуратором в Ершалаим первая когорта 12-го Молниеносного легиона, заносило дымком в колоннаду через верхнюю площадку сада, и к горьковатому дыму, свидетельствовавшему о том, что кашевары в кентуриях начали готовить обед, примешивался все тот же жирный розовый дух.

«О боги, боги, за что вы наказываете меня?... Да, нет сомнений, это она, опять она, непобедимая, ужасная болезнь... гемикрания, при которой болит полголовы... от нее нет средств, нет никакого спасения... попробую не двигать головой...»

Прокуратор мечтает об одном: «уйти из колоннады внутрь дворца, велеть затемнить комнату, повалиться на ложе, потребовать холодной воды, жалобным голосом позвать собаку Банга, пожаловаться ей на гемикранию. И мысль о яде вдруг соблазнительно мелькнула в больной голове прокуратора».

И дальше: «И тут...  
служит мне боги...  
«Истина. — говорит  
всего в том, что у тебя  
помышляешь о смерти.  
со мной, но тебе трудно  
жешь даже и думать  
о том, чтобы пришла тв  
му, существо, к котор  
сейчас кончатся, голова  
И врачи, и сами бо  
вередко совпадают с м  
когда деятельность п  
беспокоят все реже и  
щаются.  
Уже вторично пр  
сокращения лицевых  
ет страдания больног  
ни боль захватывает  
ласти. Однако неред  
щие боли над глазам  
у женщин мигрени  
протекают, как прав  
Многое стало бо  
канского невролога  
В настоящее время  
ные боли при мигр  
мозговых сосудов м  
Одни авторы гов  
расширения, третьи  
черепного давления  
близкими к истине.  
В самом нача  
возникновения тя  
мозговых сосудов,  
области мозга. Сам  
ния сосудистого р  
уменьшается. Кро  
сонной артерии, м  
мозговых сосудов,  
в бассейн наружно  
на, где сосудистый



И дальше: «И тут прокуратор подумал: «...мой ум не служит мне больше...» И опять померещилась ему чаша с темной жидкостью. «Яду мне, яду»...»

«Истина, — говорит ему Иешуа Га-Ноцри, — прежде всего в том, что у тебя болит голова, что ты малодушно помышляешь о смерти. Ты не только не в силах говорить со мной, но тебе трудно даже глядеть на меня... Ты не можешь даже и думать о чем-нибудь и мечтаешь только о том, чтобы пришла твоя собака, единственное, по-видимому, существо, к которому ты привязан. Но мучения твои сейчас кончатся, голова пройдет».

И врачи, и сами больные знают, что у женщин мигрени нередко совпадают с менструальным циклом. После 40 лет, когда деятельность половых желез ослабевает, мигрени беспокоят все реже и реже и, наконец, совершенно прекращаются.

Уже вторично при мигрени возникают судорожные сокращения лицевых мышц, что, в свою очередь, усиливает страдания больного. В большинстве случаев при мигрени боль захватывает височные, лобные и затылочные области. Однако нередко наблюдаются мучительные, буравящие боли над глазами, в челюсти и даже в спине. Обычно у женщин мигрени наблюдаются чаще, чем у мужчин, и протекают, как правило, в более тяжелой форме.

Многое стало более ясным благодаря работам американского невролога Вольфа, его учеников и сотрудников. В настоящее время можно считать доказанным, что головные боли при мигрени связаны с изменением просвета мозговых сосудов мягких тканей головы.

Одни авторы говорят о спазме сосудов, другие — об их расширении, третьи — о значительном повышении внутричерепного давления, и в конечном счете все оказываются близкими к истине.

В самом начале мигренозного криза, еще задолго до возникновения тяжелых головных болей, начинается спазм мозговых сосудов, и первую очередь сосудов затылочной области мозга. Само собой понятно, что вследствие сужения сосудистого русла вместимость мозгового бассейна уменьшается. Кровь, поступающая из сердца по общей сонной артерии, встречает препятствие в виде сжатых мозговых сосудов. Струя крови сворачивает и устремляется в бассейн наружной сонной артерии, в мягкие ткани черепа, где сосудистый спазм отсутствует. Большие височные



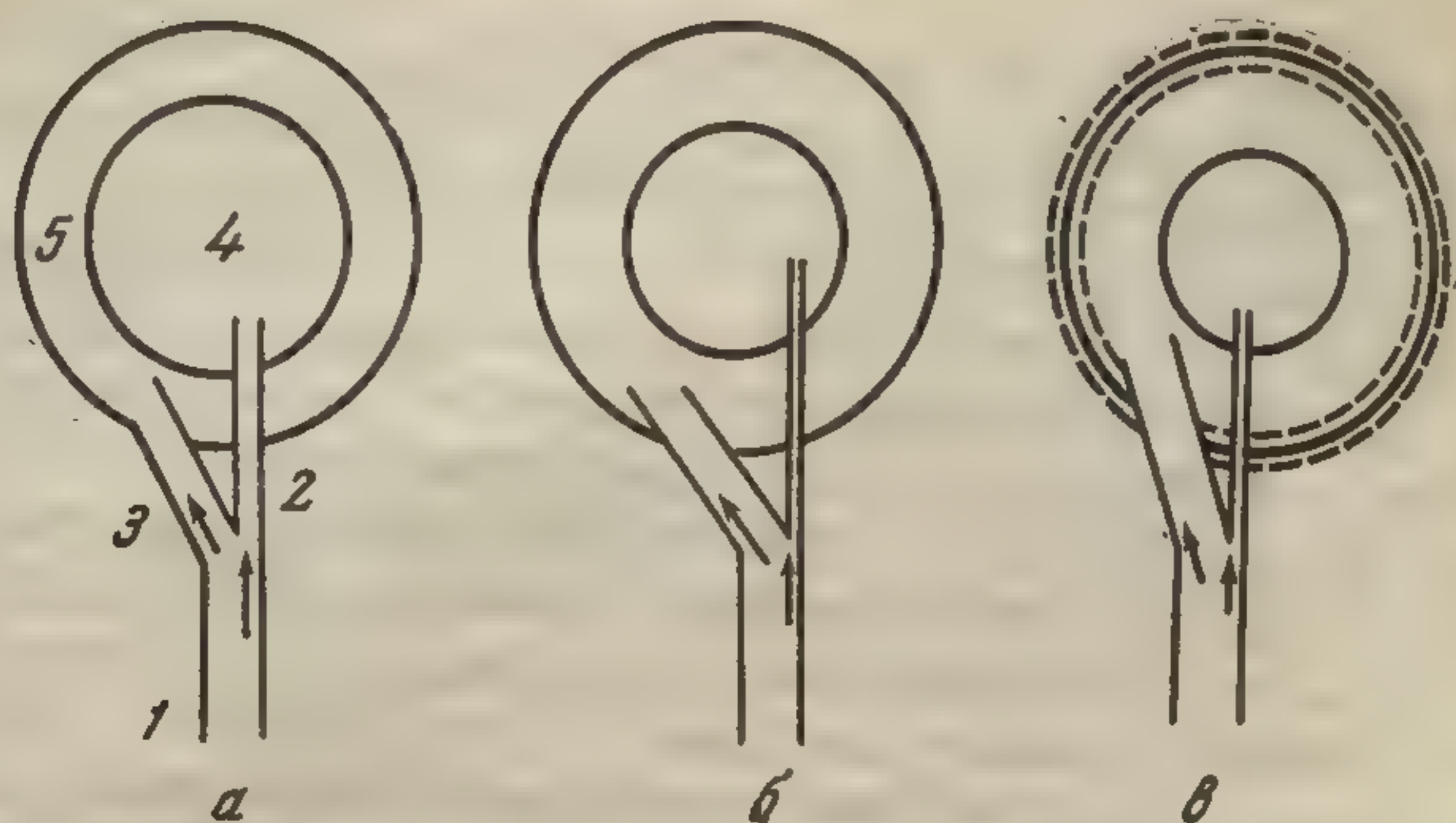


Рис. 41. Возникновение и развитие мигренозного приступа (схема)

*a* — норма, *б* — начало приступа, *в* — приступ  
 1 — общая сонная артерия; 2 — внутренняя сонная артерия; 3 — наружная сонная артерия; 4 — бассейн внутренней сонной артерии; 5 — бассейн наружной сонной артерии. На всех схемах обозначения одни и те же. Прерывистые линии на 3-й схеме (приступ) обозначают резкие пульсовые колебания

артерии и более мелкие артерии мышц, подкожной клетчатки, частично надкостницы и костей черепной коробки резко расширяются и начинают усиленно пульсировать. Это и является непосредственной причиной возникновения боли.

На рис. 41 представлены схемы развития мигренозного приступа, разработанные нами. Схема *a* изображает нормальные взаимоотношения между двумя бассейнами кровообращения — внутри- и внемозговым. Общая сонная артерия — мощный коллектор, несущий кровь из сердца в мозг и ткани черепа, разветвляется на внутреннюю и наружную сонные артерии. Одна снабжает кровью мозг, другая — мягкие ткани.

Схема *б* относится к началу криза. Бассейн внутренней сонной артерии уменьшился в объеме. Сосуды мозга сжаты, сосуды тканей черепа расширены. Боль еще отсутствует, но уже сказывается малокровие мозга, особенно в его затылочной области. Больной жалуется на головокружение, мелькание перед глазами, тошноту.

На схеме *в* изображено кровообращение в мозгу и тканях черепа во время криза. В этой фазе сужение мозговых сосудов постепенно прекращается. Но объем внемозгового

кровообращения по-  
 тканей черепа по-  
 стное болевое ощу-  
 она стремительно р-  
 паузе — суживаютс-  
 рий, снабжающих  
 черепа, надкостниц  
 вается. Рецепторы  
 рий, подвергаются  
 более сильному, че-  
 Однако объясня  
 растяжением сосу-  
 ет фаза обменны  
 капиллярах мягки  
 Это ведет к повыш  
 составные части  
 сквозь капиллярн  
 невый барьер, но  
 ся жидкостью, на  
 расщепляющие б  
 клеточного обмен  
 связанной форм  
 биологически ак  
 тонин, гистамин  
 Но что важнее в  
 172).  
 Особым боле  
 Он повышает пр  
 левой чувствите  
 ткани к боли. Р  
 ние возникает  
 ниях, обычно с  
 ных. Вещество  
 к брадикинину  
 станции Р, но  
 от этих соедин  
 и образуется п  
 фермента.  
 По мере ук  
 тканях разноо  
 ного обмена ве  
 рильным воспа



кровообращения по-прежнему увеличен, и сосуды мягких тканей черепа по-прежнему пульсируют, вызывая тягостное болевое ощущение. При каждом сокращении сердца они стремительно растягиваются, а при каждой сердечной паузе — суживаются. Размах пульсовых колебаний артерий, снабжающих кровью мышцы и сухожильный шлем черепа, надкостницу, кости черепа, значительно увеличивается. Рецепторы сосудов, в особенности височных артерий, подвергаются постоянному раздражению, гораздо более сильному, чем в обычных условиях.

Однако объяснять болевой синдром при мигрени одним растяжением сосудов нельзя. За фазой растяжения следует фаза обменных нарушений. Давление в сосудах капиллярах мягких тканей головы постепенно нарастает. Это ведет к повышению проницаемости их стенок. Жидкие составные части плазмы крови начинают фильтроваться сквозь капиллярную стенку. Обычно их задерживает тканевый барьер, но сейчас он нарушен. Ткани пропитываются жидкостью, начинают отекать. Появляются ферменты, расщепляющие белки, образуются продукты нарушенного клеточного обмена. Поступают из крови, освобождаются из связанной формы, образуются на месте разнообразные биологически активные вещества. Это ацетилхолин, серотонин, гистамин, аденозинтрифосфорная кислота, калий. Но что важнее всего — в тканях появляются кинины (стр. 172).

Особым болетворным действием обладает нейрокинин. Он повышает проницаемость сосудов и снижает порог болевой чувствительности. Нейрокинин как бы подготавливает ткани к боли. Всюду, где он образовался, болевое ощущение возникает при очень слабых подпороговых раздражениях, обычно совершенно безболезненных, почти незаметных. Вещество это по своим свойствам очень близко к брадикинину, каллидину, калликреину, плазмину, субстанции P, но некоторыми своими свойствами отличается от этих соединений, хотя также относится к полипептидам и образуется при участии особого нейрокининообразующего фермента.

По мере увеличения тканевого отека и накопления в тканях разнообразных болетворных продуктов измененного обмена веществ возникает состояние, названное «стерильным воспалением». По своим проявлениям оно напо-



минает настоящее воспаление, но отличается от него отсутствием инфекционного начала.

Таким образом, разные стадии мигренозного приступа по своей структуре не только различны, но даже подчас исключают друг друга.

Различны они и по своему происхождению. Так, наши исследования показали, что незадолго до начала мигренозного криза в крови значительно увеличивается количество норадреналина. Это говорит об усилении симпатического отдела вегетативной нервной системы. Возможно, что именно накопление норадреналина и способствует первичному сужению мозговых сосудов.

В нашей лаборатории был поставлен такой опыт. Нескольким больным, страдающим тяжелыми приступами мигрени, впрыснули небольшую дозу инсулина. Обычно введение инсулина здоровым людям не вызывает каких-либо осложнений и никогда не сопровождается головной болью. Но в ряде случаев у страдающих мигренью после введения инсулина наступали головные боли. При этом уровень норадреналина крови был значительно повышен. В тех же случаях, когда впрыскивание инсулина не вызывало головной боли, заметного повышения норадреналина мы не наблюдали.

Организм не остается безразличным к нарушению гомеостаза. На накопление сосудосуживающих веществ, в особенности адреналина и норадреналина, он отвечает выбросом в кровь веществ, расширяющих сосуды, нейтрализующих действие симпатинов (стр. 134).

Для того чтобы максимально расширить суживающиеся под влиянием норадреналина артерии и артериолы, организм мобилизует все свои возможности, все резервы. Перед лицом надвигающейся опасности в крови нарастает уровень ацетилхолина, освобождаются склады, в которых до поры до времени находились запасы инертных метаболитов и медиаторов — ацетилхолина, гистамина, серотонина. Иногда все эти профилактические мероприятия способны предотвратить прогрессирующее уменьшение объема бассейна внутренней сонной артерии. Приступ проходит мимо, и больной даже не замечает, что находился на грани болезни.

У некоторых больных мобилизация защитных сил обращивается другой стороной. Преодолев первичный спазм мозговых сосудов, организм оказывается во власти нара-



стающего расширения сосудов мягких тканей черепа. Пульсирующие расширенные сосуды внемозгового бассейна являются источником сильнейших головных болей. Сигналы, поступающие от них, и вызывают невыносимые страдания, бороться с которыми подчас чрезвычайно трудно.

Когда артерии мозга понемногу начинают расширяться, а сосуды мягких тканей суживаться, выброс ацетилхолина, гистамина, серотонина в кровь прекращается. Но, к сожалению, это уже не снимает головной боли. Не уменьшает боли и усиленное поступление в кровь адреналина, который суживает внемозговые сосуды и расширяет сосуды мозга. Началась следующая фаза мигренозного криза — отек тканей, накопления в них болевых веществ, фаза «стерильного воспаления». Поэтому лечение мигрени во многих случаях не дает желаемого результата. Разные стадии приступа требуют разного подхода.

В самом начале мигренозного криза, когда еще только начинается спазм мозговых сосудов, когда настоящий приступ головных болей только впереди, своевременное вмешательство врача может прервать цепную реакцию и предотвратить приступ болезни. Своевременное назначение препаратов эрготамина и кофеина в виде хорошо известного эргофеина (или кафергота) подчас точно волшебной палочкой снимает надвигающуюся опасность.

Во второй фазе нередко помогает обычное сдавливание височных артерий, механическая блокада несущегося в ткани черепа потока крови. Об этом знают и сами больные. Они туго перебинтовывают голову, сжимают виски. Если еще не успело возникнуть «стерильное воспаление», такое простое вмешательство иногда снимает, иногда смягчает болевой синдром.

В последней стадии борьба с болью трудна. Это уже боль, связанная со сложными обменными и химическими изменениями в тканях. Обычные болеутоляющие препараты действуют слабо, боль не снимается, а лишь притупляется и лечение может быть длительным и симптоматическим.

При тяжелых, не поддающихся обычным лечебным мероприятиям мигренях хирурги рекомендуют перевязывать или даже рассекать височные артерии. В некоторых случаях это может принести пользу. Но лечить надо не симптом, а причину заболевания. А это может сделать только врач.



## Мышечная боль

Боли в мышцах возникают нередко внезапно, и причина их далеко не всегда ясна не только больному, но и врачу. Простуда, неловкое движение, неудобное положение — и сразу то в одной, то в другой мышце возникает острая боль, не стихающая нередко днями, неделями и даже месяцами. Мышцы шеи, плечевого пояса, спины, ног, рук вовлекаются в страдание. У человека «свернута шея», нестерпимо болит поясница, ноют икры. Но достаточно ввести в болезненную область раствор новокаина, чтобы выпрямилась «свернутая шея», перестала болеть поясница, прекратились тягостные сокращения икроножных мышц.

Принято считать, что мышцы не обладают болевой чувствительностью. Так, например, укол, разрез не воспринимаются мышечной тканью как ощущение боли. Но судорожное сокращение мышцы вызывает острую, мучительную боль. Совершенно безразлично, чем вызваны судороги — электрическим током, столбнячной инфекцией, отравлением стрихнином, — они всегда чрезвычайно болезненны. Следовательно, сдавление рецепторов, заложенных в мышечной ткани, вызванное резким повышением ее тонуса, является причиной боли.

Уже давно известно, что прекращение или резкое уменьшение кровоснабжения вызывает в конечности острую боль. Вначале предполагалось, что причина кроется в слабости, возникшей вследствие недостаточного поступления необходимых для питания тканей веществ, но в дальнейшем выяснилось, что источник болевого ощущения — сами мышцы.

Это подтверждает следующий опыт. Верхнюю часть руки перетягивают резиновым жгутом, что, естественно, приводит к прекращению ее кровоснабжения. Затем испытуемому предлагают сгибать ее в локтевом суставе, ритмически напрягая двуглавую и трехглавую мышцы. Вскоре в мышцах возникает острая боль, которая постепенно становится буквально невыносимой. На этом наблюдении основан ишемический тест определения порога болевого ощущения (стр. 228).

Мышечная боль очень заинтересовала исследователей. Было установлено, что она возникает в результате раздражения нервных окончаний патологическими продуктами обмена веществ, образовавшимися в мышце вследствие

прекращения кровотока.  
недостаточное снабжение  
ет при сочетании мышеч  
рода. В мышце появляе  
ленно накапливаясь, вызы  
что субстанция Р образ  
деятельности. Но при у  
ние ее в ткани резко воз  
боли. Как только норма  
вается, она исчезает из  
Еще один вид мышеч  
му. Это боль после дли  
лой физической работы  
болят», — часто можно  
и, казалось бы, вынос  
болевые вещества,  
ного химизма мышечн  
из-за недостатка кисл  
При исследовании  
области груди, на го  
мускулатуре различн  
обнаружить так назыв  
раздражении которых  
головные боли и голов  
мы особенно легко на  
нии, эмоциональных  
В большинстве сл  
никают вследствие не  
Расстройство кровооб  
вызвано разными при  
дов, их сужением, ме  
случаях сердечная м  
рода, что приводит к  
причиной сердечных  
при котором кровь  
норме.  
Усиленная деяте  
радке, тяжелой раб  
воздействии некотор  
же может вызвать на  
мышцы, недостаточн  
вательно, накоплен



прекращения кровотока. Но оказалось, что само по себе недостаточное снабжение мышц питательными веществами, особенно кислородом, не вызывает боли. Боль возникает при сочетании мышечной работы с недостатком кислорода. В мышце появляется субстанция *P*, которая, постепенно накапливаясь, вызывает нарастающую боль. Доказано, что субстанция *P* образуется и при нормальной мышечной деятельности. Но при уменьшении оттока крови содержание ее в ткани резко возрастает, это ведет к возникновению боли. Как только нормальное кровообращение восстанавливается, она исчезает из тканей.

Еще один вид мышечной боли хорошо известен каждому. Это боль после длительной ходьбы, гимнастики, тяжелой физической работы. «Все тело ноет», «все мышцы болят», — часто можно услышать от здоровых, сильных и, казалось бы, выносливых людей. И здесь всему виной болевые вещества, образующиеся в процессе нарушенного химизма мышечной ткани и не успевшие окислиться из-за недостатка кислорода.

При исследовании больных, жалующихся на боли в области груди, на головные боли и головокружения, в мускулатуре различных областей верхнего пояса можно обнаружить так называемые «спусковые» зоны, при легком раздражении которых возникают отраженные боли в груди, головные боли и головокружения. Эти спусковые механизмы особенно легко начинают действовать при переутомлении, эмоциональных переживаниях, инфекциях и т. д.

В большинстве случаев и боли в области сердца возникают вследствие недостаточного снабжения его кровью. Расстройство кровообращения в мышце сердца может быть вызвано разными причинами: поражением венечных сосудов, их сужением, механической закупоркой. Во всех этих случаях сердечная мышца страдает от недостатка кислорода, что приводит к возникновению чувства боли. Иногда причиной сердечных болей является общее малокровие, при котором кровь содержит меньше кислорода, чем в норме.

Усиленная деятельность сердца, например при лихорадке, тяжелой работе, физических упражнениях, беге, воздействии некоторых лекарств (адреналина) и т. д., также может вызвать нарушение кровоснабжения сердечной мышцы, недостаточное поступление кислорода, и следовательно, накопление продуктов измененного обмена ве-



ществ. Это, как правило, сопровождается тягостными болевыми ощущениями в области сердца и в левой руке, лопатке, подложечной области и т. д. Разумеется, сердечные боли могут быть обусловлены и другими причинами, но указанные выше следует всегда иметь в виду.

Однако не только ишемия мышцы может вызвать боль. В происхождении мышечных и особенно сердечных болей большое значение имеют распад и перерождение ткани, так называемый мионекроз. Он может быть вызван травмой, воспалением, отравлением. В мышце появляются продукты патологического обмена веществ, избыточное количество солей калия и магния, аденозинтрифосфорной и молочной кислот. Все это приводит к раздражению нервных окончаний и возникновению тяжелых, мучительных болей.

И наконец, несколько слов о «менструальных болях», на которые жалуются некоторые женщины. Установлено, что эти боли наступают при недостаточном снабжении кровью мышечной ткани. В основе их лежат те же причины, что и при болезни, называемой «перемежающейся хромотой», происхождение которой связано с поражением артерий нижней конечности. Она возникает при воспалительных изменениях внутренней оболочки сосудов, при сужении их просвета и постепенном обескровливании тканей. Описанный выше механизм возникновения болей в мышцах позволил выяснить причину этих болезненных состояний.

### Фантомные боли

Как часто врачи беспомощно разводят руками, столкнувшись с тяжелыми болями в несуществующих конечностях — «фантомах», возникающих в «пустоте», там, где когда-то было живое тело. У человека удалены рука, нога, тщательно зашиты мышцы и кожа, культя забинтована и осторожно уложена в постель. И все же больной ощущает и продолжает в течение длительного времени ощущать удаленную конечность. Ему кажется, что пальцы, кисти, голени, которых давно уже нет, сигнализируют обо всех изменениях во внешней среде, о постели, которая немного жестковата, о неловко наброшенном одеяле, о сбившейся повязке. Такой больной нередко чувствует самую настоящую боль в отсутствующих суставах, икрах, предплечье.

Эти ощущения  
взяют его сознание. Он  
в форме и положении. И  
движению пальцев. О  
постью большой сообщ  
жил указательный и  
дем, почувствовал ук  
вет ни пальцев, ни ло  
бывают настолько яр  
Борис Полевой в  
сая такие «фантомны  
ева после ампутаци  
у Мересьева все м  
боль в ступне, меня  
сознания, что ступн  
лии отрезанные ча  
телом: вдруг начин  
даже болели».

Выдающийся со  
что фантомные  
ампутированных.  
риш. Эти своеобра  
цинации, возника  
ция, подчас сове  
нием какой-либо

Фантомные о  
редко больные ч  
Отчетливо воспр  
отделы конечност  
но. Промежуточ  
угадываются, ч  
Характерно,  
потерянную ко  
стве. Во многих  
тилась и ступн  
ный, у которого  
ее в виде изур  
тале, уверял, ч  
сквозь стену и  
у значительно  
ощущения боле



Эти ощущения овладевают психикой больного, заполняют его сознание. Он понимает, что это только иллюзия, игра воображения. И, несмотря на это, способен рассказать о форме и положении своей отсутствующей конечности, о движении пальцев, о напряжении мышц. Со всей убежденностью больной сообщает о том, что он сжал кулаки, сложил указательный и большой пальцы, пошевелил мизинцем, почувствовал укол в локоть. И в то же время у него нет ни пальцев, ни локтя, ни руки. Эти ощущения иногда бывают настолько яркими, «телесными», что больные пытаются даже пользоваться отсутствующей конечностью.

Борис Полевой в «Повести о настоящем человеке» описал такие «фантомные ощущения» у героя повести Мересьева после ампутации обеих конечностей: «Ноги занимали у Мересьева все мысли. Порой, забывшись, он ощущал боль в ступне, менял позу, и только тут доходило до его сознания, что ступни нет. В силу какой-то нервной аномалии отрезанные части ног долго как бы жили вместе с телом: вдруг начинали чесаться, ныть к сырой погоде и даже болели».

Выдающийся советский хирург Н. Н. Бурденко считает, что фантомные ощущения отсутствуют лишь у 3—4% ампутированных. Примерно такую же статистику дает Лерриш. Эти своеобразные восприятия, напоминающие галлюцинации, возникают иногда через много лет после ампутации, подчас совершенно неожиданно, а иногда под влиянием какой-либо физической или душевной травмы.

Фантомные ощущения имеют свои особенности. Очень редко больные чувствуют всю отсутствующую конечность. Отчетливо воспринимаются наиболее далекие подвижные отделы конечностей: пальцы, кисть, подошва, локоть, колено. Промежуточные части как будто исчезают; они скорее угадываются, чем ощущаются.

Характерно, что некоторые больные ощущают свою потерянную конечность не в постели, а где-то в пространстве. Во многих случаях они утверждают, что нога укоротилась и ступня находится посередине голени. Один раненый, у которого осколком снаряда оторвало ногу, ощущал ее в виде изуродованного обрубка. Другой, лежа в госпитале, уверял, что его отсутствующая конечность проходит сквозь стену и находится в соседней комнате. К несчастью, у значительного числа ампутированных эти призрачные ощущения болезненны. Они превращаются в фантомные



боли, иногда тупые, иногда острые, жгучие, колющие, большей частью строго локализованные, например в большом пальце отсутствующей руки или в пятке давно ампутированной нижней конечности. Эти боли возникают всегда неожиданно, в каком-то странном загадочном ритме: то в пятницу или среду вечером, то в четверг или воскресенье утром, то раз в месяц, в определенный день.

Почти сто лет назад Н. И. Пирогов в своих «Началах общей военнополовой хирургии» отметил, что многие ампутированные чувствуют по временам боль в пальцах, уже давно не существующих, определяют даже и в которых пальцах боль сильнее... Кто наблюдал их, говорит он, тот наверное согласится, что нельзя хладнокровно смотреть на страдальцев в пароксизме болей.

Фантомные, или призрачные, ощущения и боли не представляют ничего таинственного. Перерезанные во время операции нервные волокна при раздражении кожи и мышц культи продолжают посылать свои сигналы в центральную нервную систему. Искусные руки хирурга рассекли нервные стволы, подвернули мышцы, зашили кожу. После операции нервы, быть может, попали в рубцы, изменили свое обычное положение, изогнулись, были прижаты заживающими тканями. Все это приводит к раздражению нервных окончаний, возникновению импульсов, которые обычным путем, т. е. через нервные стволы и задние корешки, поступают в спинной мозг, доходят до затылочных бугров и коры головного мозга. В коре возникает доминантный (главенствующий) очаг возбуждения, подчиняющий себе всю деятельность центральной нервной системы. Он отличается необычайной стойкостью и притягивает к себе все импульсы, поступающие с периферии (стр. 283).

Перерезанный нерв, передающий в обычных условиях сигналы от ступни, продолжает при давлении, накоплении в омывающей его тканевой жидкости некоторых продуктов обмена веществ посылать импульсы в центральную нервную систему. Раздражения нервных окончаний или нервных стволов культи, дойдя до зрительного бугра и коры мозга, воспринимаются как соответствующие психические образы. И человек проецирует свои ощущения на отсутствующую конечность, на пальцы рук и ног, на голени, икры и т. д.

Существует, по-видимому, и другой механизм возникновения призрачных болей. У человека не отрастает уда-



ленная конечность. Кожа на культе рубцуются, мышцы атрофируются, артерии и вены спадают. Одни лишь нервы продолжают расти по направлению к периферии. Но рубцующиеся ткани задерживают их рост. И это приводит к образованию характерных нервных образований, которые мы называем невромами. Если невромы образовались в чувствительном нерве, они продолжают посылать в центральную нервную систему сигналы, которые, попадая по привычному пути в соответствующие центры, вызывают определенные ощущения. Для того чтобы возникло чувство фантома, необходимо наличие в ампутированной конечности достаточно массивного нервного ствола. Никем не описаны фантомные ощущения при удалении пальца, женской груди или уха. В этих случаях хирурги перерезают множество нервных волокон, но не задевают ни одного большого нерва.

То же самое происходит и с чувством боли. Раздражение болевого нервного волокна воспринимается центрами головного мозга как боль определенного участка конечности, хотя болезненный участок и болевая конечность давно отсутствуют. Достаточно впрыснуть в кожу культи какое-нибудь обезболивающее вещество, например новокаин, чтобы фантомные ощущения и боли исчезли.

В последнее время было установлено, что причина фантомных болей лежит нередко в раздражении симпатических сплетений больших артериальных стволов.

Фантомные боли не рождаются сами по себе в коре головного мозга. Они появляются в результате раздражения нервных волокон и представляют субъективное восприятие определенных физиологических процессов.

После ампутации кора головного мозга перестраивается не сразу. В ней сохраняются сложившиеся в течение сознательной жизни человека представления, образы, временные связи. Условные рефлексy, выработавшиеся у человека, не угасают мгновенно. Следы пережитых травм надолго остаются в коре головного мозга. Об этом говорит следующий случай, описанный Леришем. Молодая женщина попала в автомобильную катастрофу. Почти на полном ходу машина врезалась в стену. Пострадавшая сидела рядом с шофером и в момент катастрофы инстинктивно протянула вперед руку, которая была мгновенно сломана и буквально раздавлена между машиной и препятствием. Ровно через час руку ампутировали. Но в течение многих



лет после операции пациентка ощущала свою конечность и продолжала испытывать мучительную боль перелома, совершенно аналогичную той, которую она пережила в момент катастрофы.

Перестройка высшей нервной деятельности требует времени. Раздражение перерезанного нервного ствола воскрешает в клетках головного мозга укоренившиеся образы и подкрепляет образовавшиеся условные связи. Для осуществления фантомных ощущений и фантомных болей необходимы раздражения, возникающие на периферии и поступающие в нервную систему. Но без включения в процесс центральных механизмов, связанных с определенными участками коры головного мозга, феномен фантома не может возникнуть. В этом источник призрачных ощущений и болей. В их основе лежит закономерный процесс, с которым врачу приходится до поры до времени считаться, как с неизбежным во многих случаях последствием ампутации.

### Каузалгия

В глубоком тылу, подчас за тысячи километров от фронта, долечивались в госпиталях и санаториях раненные на фронтах Великой Отечественной войны. На Урал, в Казахстан, в далекие заволжские и закаспийские города привозили искалеченных, изуродованных людей, отдавших силы и здоровье за свободу и независимость нашей Родины. Их окружали вниманием и заботой. Их оперировали лучшие хирурги. К их услугам были самые современные методы исследования и лечения.

И вот среди выздоравливающих после тяжелых ранений нередко встречались люди с тяжелейшими болями в конечностях. Эти боли даже трудно назвать «тяжелейшими». Правильнее сказать, они просто невыносимы. Их называют каузалгиями, что значит «жгучая боль». И действительно, больной испытывает все время желание «потушить пожар». Он беспрестанно мочит руку в холодной воде и этим пытается успокоить боль. Больные всегда носят с собой влажный носовой платок или полотенце, по этим признакам их легко узнать на расстоянии. Всякое прикосновение к больной конечности вызывает необычайное усиление боли. Больные испытывают жестокие страдания, если к ним приблизить какой-либо посторонний пред-



мет, если раздражитель находится на расстоянии, если они нечаянно коснутся стены, стола, шкафа и т. д.

В каком-то числе случаев каузалгические боли ощущаются в отсутствующих конечностях и носят иногда название «каузалгии фантома». По своему характеру они ничем не отличаются от каузалгии в реальных конечностях, но, к сожалению, больной не получает облегчения от мокрой тряпки, так как нет объекта, к которому ее можно было бы приложить.

Исследователи пришли к выводу, что каузалгические боли вызывают систематические раздражения нервных волокон (чувствительных и симпатических). Такое раздражение может быть вызвано пульсацией сердца и кровеносных сосудов, а при болях в нижних конечностях — движениями мочевого пузыря, прямой кишки и т. д. Возникающий при этом поток нервных импульсов непрерывно бомбардирует центральную нервную систему и тем самым вызывает постоянную, непрекращающуюся боль.

Лерис считает, что каузалгия возникает в результате сосудодвигательных и трофических расстройств. Быстро сменяющие друг друга в каком-то нерегулярном, подчас хаотическом темпе периоды расширения и сужения сосудов приводят к нарушению питания нервов. А это является первой причиной патологической импульсации, в определенном числе случаев — болевой.

Осциллографические записи показали, что при каузалгии любое прикосновение к больной конечности ведет к возникновению групповых электрических разрядов в нервных стволах.

У раненых упорно, непрерывно, безостановочно раздражается поврежденный нерв. В точке ранения или, вернее, в точке заживления, где нередко образуются рубцы, утолщения, спайки, создается очаг раздражения. В процесс вовлекаются симпатические нервы, снабжающие своими волокнами все органы нашего тела, в том числе и периферические рецепторы. Импульсы, поступающие по симпатическим нервам, повышают чувствительность рецепторов к болевому раздражению. В результате создается порочный круг: болевое раздражение, возникшее в нервных волокнах, усиливает болевую чувствительность рецепторов, а повышенная чувствительность рецепторов приводит к резкому усилению боли. Таким образом, возникает своеобразная болевая спираль, «боль рождает боль». Вследствие



боли и воспалительных изменений в месте заживления нерва повышается проницаемость сосудов и изменяется состав тканевой жидкости нервных стволов. В ней появляются продукты ненормального, нарушенного обмена веществ, которые в свою очередь раздражают нервные волокна и тем самым усиливают боль.

Под влиянием непрерывно поступающих нервных импульсов болевые центры головного мозга (корковые и подкорковые) приходят в состояние длительного, стойкого возбуждения. Все физиологические процессы подчиняются этому непрерывному, доминирующему возбуждению определенных очагов в нервной системе. Из них к месту повреждения нерва поступают непрерывным потоком центробежные нервные импульсы, еще больше усиливающие чувствительность периферических болевых рецепторов.

В возникновении каузалгических болей определенное значение имеет и условнорефлекторная деятельность головного мозга. Организм отвечает болевым ощущением на условный раздражитель. Если больному каузалгией завязать глаза, он спокойно реагирует на легкое прикосновение к пораженной руке или ноге. Но такое же легкое прикосновение при открытых глазах вызывает приступ тяжелых болей. Боли начинаются не только при прикосновении, но и в тех случаях, когда больной только видит приближение руки врача. Здесь мы имеем весьма демонстративный пример образования условного рефлекса на болевое раздражение.

Возникает вопрос: почему каузалгия чаще возникает у раненных в бою, во время войны и реже при травматических поражениях мирного времени. По мнению Лериша, это зависит от условий, при которых произошло ранение. В течение многих месяцев боец живет под гнетом подстерегающей его опасности. К тому же он недоедает, недосыпает, лишен элементарных удобств. Его нервная система постоянно напряжена, регуляция функций расстроена. На этом фоне легче развиваются осложнения, в том числе и каузалгия.

Каузалгия возникает при частых повреждениях нервов и по своей сущности сильно напоминает опыт Гада с перерезкой чувствительных нервных волокон. Многие исследователи до сих пор полагают, что при каузалгии преобладает протопатическая чувствительность, а поврежденные



эпикритические волокна не в состоянии смягчить первичное, примитивное болевое ощущение.

По своему характеру каузалгия похожа на боль, возникающую при раздражении или воспалении симпатических стволов и получившую название симпаталгии. Современная медицина знает много способов успокоения каузалгических болей. Наши советские ученые внесли немало нового в понимание и лечение этого тяжелого страдания. Но все же до сих пор это заболевание является одним из самых тяжелых и требует длительного и упорного лечения.

## Зуд

Чувство зуда знакомо каждому. Его трудно определить и еще труднее описать. Обычно говорят о каком-то особом ощущении, которое вызывает почти непреодолимую потребность потереть, погладить, почесать зудящий участок кожи или слизистой оболочки. Чувство зуда в какой-то степени сходно с чувством щекотания, и в основе их лежат очень близкие физиологические явления.

Если говорить строго научным языком, то зуд — это ощущение, вызывающее целенаправленный чесательный рефлекс. Редко можно встретить животное, которое бы не чесалось. Чешутся собаки, кошки, кролики, крысы, птицы, обезьяны, даже киты.

В настоящее время установлено, что зуд и боль тесно связаны друг с другом. При кожной боли первое движение связано с попыткой удалить, сбросить, стряхнуть боль, при зуде — потереть, почесать зудящую поверхность. «Имеется много данных, — говорит выдающийся английский физиолог Эдриан, — указывающих на общность их механизмов, и мы можем исследовать оба вида ощущений с помощью одних и тех же опытов и клинических методов»<sup>1</sup>. Некоторые авторы считают, что зуд — это боль в миниатюре. Но внутренние органы — печень, желудок, легкие — могут болеть, но не могут чесаться. Чешутся только кожа и слизистые оболочки. Некоторые расстройства болевой чувствительности почти всегда сопровождаются зудом. Зуд исчезает при обезболивании кожи новокаином, при перерезке

<sup>1</sup> Э. Эдриан. Нервные механизмы зуда и боли. ИЛ, 1962, стр. 9.



чувствительного кожного нерва и появляется снова после того, как проводимость нерва восстановилась или прекратилось действие новокаина. Горячая вода ослабляет зуд, но усиливает боль. Рецепторы зуда обнаружить в коже не удается, но при тщательном исследовании можно убедиться, что болевые и зудящие точки совпадают и перекрывают друг друга.

Прокрашивание кожи метиленовой синью показывает, что в зудящих точках число свободных нервных окончаний выше, чем в болевых. Принято думать, что чувство зуда возникает при слабом раздражении болевых нервных окончаний. Если усилить раздражение, возникает боль. В то же время чувство щекотания вызывается одновременным раздражением рецепторов боли и прикосновения. Повидимому, ощущение зуда связано с раздражением самых поверхностных слоев кожного покрова. Если соскоблить с зудящего участка кожи эпидермис, ощущение зуда ослабевает или прекращается. Это связано с разрушением нервных окончаний, раздражение которых вызывает чувство зуда.

В опыте Гэда с перерезкой чувствительных волокон ощущение зуда было связано с протопатической чувствительностью. Даже самое незначительное почесывание зудящего участка переходило в острую боль.

Были сделаны попытки перерезать в спинном мозгу нервные пучки, передающие импульсы протопатической чувствительности. При этом, как правило, в соответствующих участках кожи ощущение зуда исчезало. Напротив, при перерезке эпикритических волокон наступало резкое обострение зуда. Известно, например, что при укусе насекомых обезьяны расчесывают свое тело чаще и дольше, чем человек. Это объясняется более примитивной организацией их нервной системы. На более низких ступенях физиологического развития протопатическая чувствительность преобладает, что способствует возникновению зуда.

В отдельных случаях вокруг болевого участка кожи образуется поле повышенной чувствительности. Если слегка погладить или потереть кожу в этой области или приложить к ней холодный предмет, сразу возникает ощущение зуда. Такая «зудящая» зона образуется при некоторых заболеваниях периферических нервов, при поражении головного и спинного мозга. В центре ее находится болевой участок, а вокруг него — пояс зудящей кожи.



Ощущение зуда можно вызвать с помощью механических, электрических, термических и химических раздражителей. В происхождении зуда большую роль играет вегетативная нервная система, в особенности симпатический ее отдел. Любое расстройство деятельности симпатической и парасимпатической нервных систем приводит к нарушению кровообращения, застою крови, изменению проницаемости сосудистых стенок и т. д. В результате некоторые участки кожи краснеют, припухают и становятся особенно чувствительными даже к самым легким, незначительным воздействиям. На каждое поглаживание, почесывание, прикосновение такая измененная кожа отвечает зудом. Мероприятия, способствующие сужению кожных сосудов (введение в кровь адреналина, охлаждение), уменьшают зуд.

Существует много химических веществ, способных вызывать ощущение зуда. Сюда относятся слабые растворы уксусной, муравьиной, соляной или азотной кислоты, метилбромид, мукунаин — вещество, выделенное из щетинок тропического растения *Mucuna pruriens* (рис. 42), и др. Зуд вызывается также некоторыми ферментами, расщепляющими белок, например трипсином, протеиназами (папаином) и др.

Наибольшее внимание исследователей привлекает роль гистамина в возникновении зуда. Так, например, совсем недавно в литературе появились указания, что при зуде содержание гистамина в коже намного выше, чем при болевых ощущениях. Если здоровому человеку впрыснуть в кожу слабый раствор гистамина или втереть вещество, освобождающее гистамин из связанной формы, у него вскоре появляется ощущение зуда вокруг места укола.

Большинство исследователей склоняются к мысли, что гистамин изменяет состояние сосудистой стенки и это ведет к поступлению в тканевую жидкость веществ, вызывающих зуд. Быть может, как и при боли, гистамин действует не непосредственно, а вторично, открывая дорогу различным продуктам нормального и патологического обмена веществ (брадикинину, серотонину и т. д.).

При некоторых формах зуда введение в организм каких-либо веществ, разрушающих гистамин, является прекрасным терапевтическим средством. Поэтому при некоторых заболеваниях, сопровождающихся кожным зудом, рекомендуются различные противогистаминные препараты (димедрол, пипольфен, антистин, антиаллерген и др.)



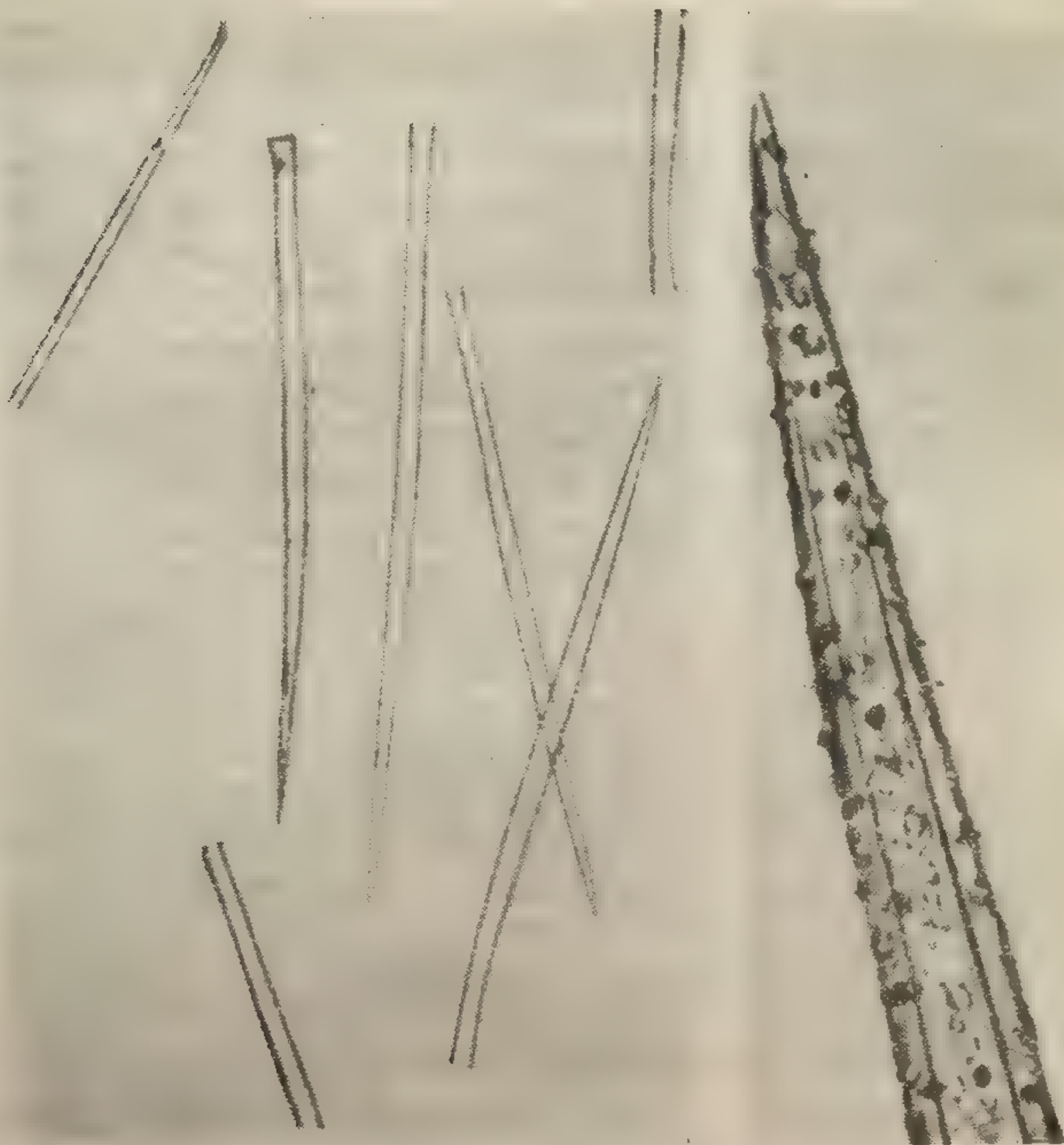


Рис. 42. Микрофотографии щетинок

Левый рисунок — увеличение в 46 раз, правый — ■ 300 раз

В нашей лаборатории было установлено, что при зуде резко изменяется химический состав кожи — в ней увеличивается содержание гистамина и ацетилхолина, т. е. веществ, способных раздражать нервные окончания. Оказалось, что особое неприятное чувство, которое возникает у человека и у животных в виде настоятельной потребности погладить, потереть, почесать раздраженный участок, связано с образованием в коже особых химических веществ, воздействующих на нервные окончания.

Мы изменяли искусственным образом состояние нервной системы животного, применив с этой целью метод введения различных химических веществ в желудочки головного мозга.

Сделать это нетрудно. Это бугра дает возможность ввести необходимую для нас жидкость. Мы применяем по физиологическому тем авторы вводили с той целью высших вегетативных. Введение их в спинной характерный чесательный после того как вещество в головном мозгу. Под кролик, морская свинка тело. Собака вертится и шевелит заднюю лапу кожному, чувство самого на ее зуда. Примерно так. Такое состояние дл ходит, не оставляя за у кошки или кролика обнаружить, что химический состав увеличился содержание веществ, нарушилось нормальное содержание натрия. Эти опыты говорят о том, что зуд — это не просто рефлекторная реакция, а сложный процесс, связанный с изменением химического состава крови и периферических тканей. Накопившиеся вещества, раздражающие нервные окончания в спинной и головном мозгу, вызывают ощущение зуда. В эксперименте можно определить, усиливает или уменьшает тормозящее действие. В обычных условиях в центрах при ме



Сделать это нетрудно. Неглубокий укол позади затылочного бугра дает возможность проникнуть в полость черепа и ввести необходимые для опыта вещества в спинномозговую жидкость. Мы применяли ацетилхолин или сходный с ним по физиологическому действию карбаминохолин. Другие авторы вводили с той же целью морфин. Эти вещества используются для того, чтобы вызвать изменение состояния высших вегетативных центров головного мозга.

Введение их в спинномозговую жидкость вызывает характерный чесательный рефлекс. Через несколько минут после того как вещество подействовало на нервные клетки головного мозга, подопытное животное (собака, кошка, кролик, морская свинка) начинает усиленно расчесывать тело. Собака вертится на месте, стирает что-то с морды, чешет задней лапой кожу за ухом и испытывает, по-видимому, чувство самого настоящего, настойчиво преследующего ее зуда. Примерно так же ведут себя кошки и кролики.

Такое состояние длится минут 20—30 и постепенно проходит, не оставляя заметных последствий. Если вырезать у кошки или кролика участок зудящей кожи, то легко обнаружить, что химический состав ее резко изменился. В ней увеличилось содержание гистамина и ацетилхолина, нарушилось нормальное соотношение солей калия, кальция и натрия.

Эти опыты говорят о том, что возникновение чесательного рефлекса связано с состоянием как центральных, так и периферических отделов нервного аппарата.

Накопившиеся в коже специфические вещества, в первую очередь, по-видимому, гистамин и гистаминоподобные вещества, раздражают химиорецепторы, а также окончания и волокна вегетативной нервной системы. Соответствующие импульсы поступают по центростремительным путям в спинной и головной мозг. Первичное восприятие зуда осуществляется зрительными буграми, но высшие центры ощущения зуда, так же как и ощущения боли, находятся в коре мозга.

В экспериментах на животных было показано, что удаление определенных участков коры головного мозга резко усиливает ощущение зуда. Это объясняется тем, что снимается тормозящее влияние коры на подкорковые образования.

В обычных условиях потоки импульсов, возникшие в рецепторах при местном раздражении (например, при укусе



насекомого), доходят до спинного мозга, спинно-бугрового пучка, зрительных бугров и коры головного мозга. Они не слишком многочисленны и не очень сильны. Поэтому импульсы не вызывают боли. Но они достаточно настойчивы для того, чтобы в участке кожи, где увеличилось содержание перечисленных выше (а может быть, и иных) химических веществ, возникло ощущение зуда. Впрочем, здесь могут действовать и другие, недостаточно изученные раздражители.

В результате долгих и тщательных исследований было установлено, что при зуде импульсы поступают в центральную нервную систему по особым нервным волокнам. Многочисленные усилители дали возможность записать электрические токи действия, возникающие в нервных волокнах при ощущении зуда. Оказалось, что чувство щекотания и ощущение зуда передаются наиболее тонкими волокнами типа C, диаметр которых не превышает 1—2 тысячных мм, а скорость проведения равна 1—2 м в секунду. Зуд, конечно, не так мучителен, как боль. Однако во многих случаях, особенно при длительном и упорном зуде, человек испытывает тягостное ощущение, очень похожее на боль. Некоторые кожные заболевания сопровождаются постоянным зудом, от которого больные теряют силы, спокойствие и здоровье. Нередко зуд возникает при заболеваниях внутренних органов, поражениях центральной нервной системы, нарушениях деятельности желез внутренней секреции.

Необходимо учитывать также психическое состояние больного. Мучительный зуд наблюдается нередко при некоторых формах истерии и неврастении. В этих случаях хорошо помогают отдых, общее укрепляющее лечение, поездка на море и т. д. Были предприняты попытки лечить зуд гипнозом, но большого успеха добиться не удалось.

Во многих случаях несомненна условнорефлекторная природа зуда. Желание почесать кожу и даже покраснение и припухание некоторых участков кожи возникают нередко при одном только представлении об укусе насекомых, грязном белье, соприкосновении с нечистоплотными людьми и т. д.

Реакция орг

В этой главе речь о боли, вызванной в лабо-  
ским путем. Боль от  
электрическим током п  
на дно кантаридиновог  
лике или инфаркте м  
Организм по-разному р  
зе, которую приносит  
уже говорилось. Боль  
сти, угроза, предостер  
мирует наше сознание  
рые носят разрушите  
том или ином участк  
ми. Положительная р  
если бы она сразу п  
нила свое назначен  
воспринят корой гол  
механизмы, необход  
го гомеостаза и ли  
жения, боль стано  
ряде случаев опас  
каких-либо нежела  
Могла бы, — но в  
прекращается.

В центральную  
должают поступать  
тягостную, непреста  
ветствующую тягост  
левого синдрома жи  
В какой-то мере он  
к чувству боли п он



## Реакция организма на боль

В этой главе речь будет идти не об экспериментальной боли, вызванной в лаборатории физическим или химическим путем. Боль от кратковременного раздражения электрическим током или при накапывании брадикинина на дно кантаридинового пузыря и боль при почечной колике или инфаркте миокарда далеко не одна и та же. Организм по-разному реагирует на эти виды боли. О пользе, которую приносит живым существам чувство боли, уже говорилось. Боль — это прежде всего сигнал опасности, угроза, предостережение. Болевое ощущение информирует наше сознание о тех сильных раздражениях, которые носят разрушительный характер и могут оказаться в том или ином участке угрожающими и даже смертельными. Положительная роль боли не вызывала бы сомнений, если бы она сразу прекращалась, после того как выполнила свое назначение. Лишь только сигнал опасности воспринят корой головного мозга и приведены в действие механизмы, необходимые для восстановления нарушенного гомеостаза и ликвидации источника болевого раздражения, боль становится излишней, иногда вредной, а в ряде случаев опасной. Она могла бы прекратиться без каких-либо нежелательных последствий для организма. Могла бы, — но в подавляющем большинстве случаев не прекращается.

В центральную нервную систему систематически продолжают поступать болевые сигналы, и человек ощущает тягостную, непрестанную и иногда совершенно не соответствующую тяжести заболевания боль. Под знаком болевого синдрома живет некоторое время весь организм. В какой-то мере он приспособливается, «адаптируется» к чувству боли. Боль становится временами менее острой,



менее мучительной, но все же неизменно и безжалостно напоминает о себе, ослабевая или вспыхивая с новой силой. Нервные центры головного мозга подвергаются постоянной и безостановочной бомбардировке болевыми импульсами. Это ведет к образованию в них чувствительных (сенсibilизированных) очагов возбуждения.

Достаточно стойкое возбуждение тех или других отделов головного мозга может стать на какой-то период времени господствующим, главенствующим во всей нервной системе. Возникает состояние, которое выдающийся физиолог А. А. Ухтомский называл доминантой. Доминантный очаг возбуждения притягивает к себе возбуждение из других нервных центров и одновременно подавляет их деятельность. Попробуем расшифровать это несколько трудное понятие. Сначала приведем простой пример из физиологии.

Как известно, во время спариванья в весеннее время самцы лягушек крепко обхватывают самок и удерживают их в таком положении в течение всего периода метания икры, который может продолжаться 10 дней. При этом мышцы передних конечностей необычайно напряжены, и любое раздражение, нанесенное на поверхность лапок, только усиливает обхватывательный рефлекс. Очевидно, в определенных участках центральной нервной системы возник стойкий очаг возбуждения, поддерживающий длительное сокращение мышц. Все раздражения, поступающие в спинной и головной мозг, притягиваются этим очагом возбуждения и тем самым поддерживают и усиливают его. В то же время другие нервные центры находятся в состоянии торможения и не отвечают на импульсы, которые при иных обстоятельствах обязательно вызывают в них процесс возбуждения.

А. А. Ухтомский писал, что «достаточно стойкое возбуждение, протекающее в центрах в данный момент, приобретает значение господствующего фактора в работе прочих центров: накапливает в себе возбуждение из самых отдаленных источников, но тормозит способность других центров реагировать на импульсы, имеющие к ним прямое отношение».

При длительном болевом раздражении в различных структурах нервной системы создаются доминантные (господствующие) очаги возбуждения, что неизбежно ве-



дет к изменению и расстройству деятельности отдельных органов и различных физиологических систем.

Особый интерес представляет в этом отношении деятельность почек. Прошло более ста лет с тех пор, как Клод Бернар заметил, что при сильных болях прекращается выделение мочи. Это явление было подтверждено многими исследователями, в том числе Л. А. Орбели, который в течение ряда лет изучал его механизмы.

Болевая анурия (так называется подобное состояние) может быть вызвана не только непосредственным сверхсильным раздражением, но и условным. Достаточно ввести животное в комнату, в которой оно когда-либо испытывало боль, чтобы мочеотделение полностью прекратилось, несмотря на обильное питье или введение в желудок больших количеств жидкости. Если при нанесении болевого раздражения (безусловный раздражитель) звучал звонок или вспыхивала электрическая лампочка (условный раздражитель), то задержка мочеотделения будет наступать при каждом звонке или зажигании света.

Интересно отметить, что у человека можно приостановить мочеотделение, если под гипнозом внушить ему сильное болевое ощущение. Это говорит о том, что кора головного мозга вмешивается в такой, казалось бы, совершенно не контролируемый нашим сознанием процесс, как образование мочи почкой. Физиологи хорошо знают, что при болевых раздражениях у собаки прекращается мочеотделение, и поэтому, изучая работу почек, они применяют методы, при которых животное остается спокойным и не испытывает неприятных ощущений.

Советским ученым Л. А. Орбели и К. М. Быкову удалось показать, что при болевом воздействии в организме происходит ряд весьма сложных процессов, в результате которых деятельность почек ослабевает или прекращается. Оказалось, что болевая анурия наступает даже и в том случае, если перерезать все нервы, идущие к почкам. Следовательно, причиной задержки мочеотделения является нарушение гуморальной регуляции. По-видимому, какие-то химические вещества, поступающие в кровь при болевом раздражении, подавляют деятельность почек. Это предположение в дальнейшем блестяще подтвердилось. Был открыт специальный гормон, задерживающий мочеотделение.



Но задержкой деятельности почек не исчерпывается влияние болевого раздражения на организм. Боль влияет на сердечно-сосудистую систему, работу желудка и кишок, пищеварение, поджелудочную железу, селезенку, железы внутренней секреции и т. д.

Не существует органа в нашем теле, на который длительная боль не оказывала бы определенного влияния. Изменения в отдельных органах и физиологических системах зависят от характера боли, ее силы, продолжительности, физиологического и психического состояния больного, его выдержки, умения подавить чувство боли. Вот почему у одних людей при сильных болях наблюдается учащение сердечной деятельности, а у других — замедление, у одних кровяное давление повышается, у других — падает и т. д.

Сильные, особенно длительные, хронические боли обычно тормозят деятельность центральной нервной системы. С. М. Дионесов — один из ближайших учеников Л. А. Орбели — систематизировал и описал в своей монографии «Боль и ее влияние на организм человека и животных» (1963 г.) огромный материал, накопленный физиологами и клиницистами по вопросу о влиянии болевых ощущений на жизнедеятельность отдельных органов, физиологических систем, организма в целом. Он считает, что существует два типа ответов организма на болевое воздействие. Первый тип — совокупность активных реакций, направленных на устранение болевого раздражения и восстановление гомеостатических взаимоотношений в организме. Второй тип — пассивный, при котором происходит резкая задержка деятельности, граничащая в далеко зашедших случаях с полным оцепенением.

К этому следует добавить, что первый тип реагирования наблюдается преимущественно при острых, кратковременных болях, а второй — при болях длительных, хронических.

Как правило, при острой боли учащается и углубляется дыхание, усиливается потоотделение, уменьшается количество желудочного сока и сока поджелудочной железы, тормозится процесс пищеварения. Боль вызывает изменение состава и свойств крови, числа эритроцитов и лейкоцитов и т. д. При сильной боли страдает состояние слухового и зрительного анализаторов.

Боль и железы  
Вторая половина XIX  
ковались необычайным  
секреции. Многие органы  
лей железам внутренним путем  
вений. Подробно изучено  
яние на весь организм. От  
ские системы. Хорошо пав  
визме, если нарушена дея  
внутренней секреции или  
экспериментальной цели.  
Установлено, что желе  
вом взаимодействии с нер  
обычайно тонкую, соверш  
жизненных процессов. В  
венно в кровь, они измени  
ства внутренней среды ор  
ность нервного аппарата  
пени направляют и  
отдельных органов, так  
внутренней секреции сам  
с другом, и гормоны од  
ют определенное влияни  
то же время вся деятель  
находится под постоянн  
пой, в первую очередь  
Как уже указывало  
ви и тканевой жидкост  
чайно активные химиче  
ви разносятся по всему  
ное действие на его кл  
относятся и гормоны.  
Железы внутренней  
ругают на боль и отвечают  
ем образования и выде  
сигналы бедствия из гол  
и подкорки, из центров  
нервной системы. Тягост  
канализируется боль захват  
входя в орбиту секре  
секреции.



## Боль и железы внутренней секреции

Вторая половина XIX и начало XX столетия ознаменовались необычайным расцветом учения о внутренней секреции. Многие гормоны, т. е. вещества, выделяемые железами внутренней секреции в кровь, получены в наши дни лабораторным путем в виде химически чистых соединений. Подробно изучено взаимодействие гормонов, их влияние на весь организм, отдельные органы, физиологические системы. Хорошо известно, что происходит в организме, если нарушена деятельность какой-нибудь железы внутренней секреции или она удалена для той или другой экспериментальной цели.

Установлено, что железы внутренней секреции в тесном взаимодействии с нервной системой осуществляют необычайно тонкую, совершенную и безупречную регуляцию жизненных процессов. Выделяя свои гормоны непосредственно в кровь, они изменяют состав и биологические свойства внутренней среды организма, перестраивают деятельность нервного аппарата и тем самым в определенной степени направляют и координируют деятельность как отдельных органов, так и всего организма. Все железы внутренней секреции самым тесным образом связаны друг с другом, и гормоны одной железы, как правило, оказывают определенное влияние на состояние других желез. Но в то же время вся деятельность желез внутренней секреции находится под постоянным и неослабным контролем нервной, и первую очередь вегетативной, системы.

Как уже указывалось, при болевом раздражении в крови и тканевой жидкости могут быть обнаружены чрезвычайно активные химические вещества, которые током крови разносятся по всему организму и оказывают определенное действие на его клетки и органы. К этим веществам относятся и гормоны.

Железы внутренней секреции почти мгновенно реагируют на боль и отвечают либо усилением, либо ослаблением образования и выделения гормонов. Они получают сигналы бедствия из головного и спинного мозга, из коры и подкорки, из центров и нервных узлов вегетативной нервной системы. Тягостная, непрекращающаяся, неуспокаивающаяся боль захватывает всю нервную систему, вовлекая в орбиту своего действия и железы внутренней секреции.



В то же время медиаторы (ацетилхолин, норадреналин, серотонин, гистамин), накопившиеся при болевом раздражении в нервных окончаниях кожи и в клетках центральной нервной системы, не разрушившиеся под влиянием тканевых ферментов, переходят в кровь и проникают в тканевую жидкость органов, железы внутренней секреции, в одних случаях возбуждая, в других угнетая их деятельность.

Все железы внутренней секреции отвечают на боль. Каждая из них реагирует по-своему. Но в первую очередь на болевое воздействие отвечают четыре железы нашего организма: надпочечники, гипофиз, щитовидная и поджелудочная железы. Гормон мозгового слоя надпочечников — адреналин называют универсальным, иногда аварийным, гормоном. Клетки, образующие адреналин, находятся во внутреннем, мозговом, слое надпочечников, и адреналин следует отличать от гормонов, выделяемых наружным слоем надпочечников — его корой. В основном действие адреналина подобно действию симпатической нервной системы; он возбуждает организм, усиливает деятельность большинства его органов. Если ввести человеку или животному в кровь адреналин, у него усиливаются и учащаются сокращения сердца, суживаются сосуды, повышается кровяное давление, нарастает уровень сахара в крови, расширяется зрачок и в то же время почти полностью тормозятся движения кишечника. Такая же картина наблюдается при возбуждении симпатической нервной системы. Установлено, что адреналин, проникая в адренергические элементы ретикулярной формации, активизирует всю симпатическую систему.

Посмотрите на испуганную или разъяренную кошку. Вы сразу увидите все признаки усиленной деятельности симпатической нервной системы: расширение зрачков, сердцебиение, взъерошивание шерсти. Если у такой кошки исследовать кровь, оттекающую от надпочечников, то в ней легко обнаружить большие количества адреналина.

Эмоциональное возбуждение, как показали многочисленные исследования, усиливает деятельность мозгового слоя надпочечников и ведет к повышенному образованию адреналина. То же самое происходит и при боли. Раздражение электрическим током вызывает у животного сильнейшую боль. Чем дальше длится опыт, тем сильнее и мучительнее становится болевое ощущение. При этом со-



держание адреналина в крови во много раз превышает нормальное.

В нашей лаборатории неоднократно исследовалось содержание адреналина и продуктов его превращения в крови человека при различных заболеваниях, сопровождающихся тяжелыми болевыми явлениями. Оказалось, что при этом всегда нарастает уровень адреналина и норадреналина в крови. Интересно отметить, что адреналин накапливается главным образом в болевых зонах: при болях в левой руке наибольшие количества адреналина и норадреналина обнаруживаются в венозной крови, оттекающей от левой руки, при болях в правой половине тела — в крови, оттекающей от правой руки. Все это говорит о том, что боль сопровождается усилением деятельности мозгового слоя надпочечников и выбросом значительных количеств адреналина в кровь.

Важнейшее значение для сохранения нормальной деятельности организма при сильном болевом раздражении имеют гормоны коры надпочечников — кортикостероиды. В последние годы выделен ряд этих гормонов, отличающихся друг от друга некоторыми особенностями химического строения. Они оказывают стимулирующее действие на деятельность мышц, регулируют белковый, жировой, углеводный и минеральный обмен в организме. По своему строению и функциональным особенностям кора надпочечников разделена на три зоны. Наружная клубочковая зона образует гормоны, регулирующие обмен калия и натрия (минералокортикоиды), средняя (пучковая) и внутренняя (сетчатая) зоны вырабатывают гормоны углеводного обмена (глюкокортикоиды). Наконец, кортикостероиды, принимающие участие в половой деятельности, являются продуктами сетчатой зоны. В системе компенсаторных механизмов, т. е. приспособлений, при помощи которых организм восстанавливает нарушенный гомеостаз, гормоны коры надпочечников играют исключительно важную роль. Животное, лишенное коркового слоя надпочечников, погибает, если ему нанести подряд несколько не слишком сильных болевых раздражений.

Нижний мозговой придаток, или гипофиз, является, по мнению большинства исследователей, ведущей, даже главной железой внутренней секреции. Его гормоны принимают участие почти во всех жизненных явлениях и, что особенно существенно, влияют на деятельность отдельных желез внутренней секреции.



Гипофиз расположен внутри черепа, на основании мозга. Он состоит из передней и задней долей, между которыми находится так называемая промежуточная часть гипофиза. Железа выделяет гормоны не только в кровь, но также и в омывающую ее спинномозговую жидкость и в мозг, с которым она тесно связана.

В гипофизе образуется несколько специфических гормонов, регулирующих деятельность других желез внутренней секреции. Адrenокортикотропный гормон действует на кору надпочечников и стимулирует образование и выделение кортикостероидов, тиреотропный гормон влияет на щитовидную железу, гонадотропный — на половые железы. В передней доле гипофиза вырабатывается гормон роста, в средней доле — гормон, регулирующий отложение пигмента. Задняя доля выделяет вазопрессин, повышающий кровяное давление, и окситоцин, возбуждающий сокращения матки.

Выделение гормонов гипофиза резко изменяется при болевых раздражениях. Вся деятельность этого сложнейшего (и по строению и по функции) органа, несмотря на его небольшую величину, резко перестраивается. Одновременно с усиленным выделением адреналина мозговым слоем надпочечников в кровь и спинномозговую жидкость начинают поступать большие количества различных гормонов гипофиза. Химический состав спинномозговой жидкости изменяется, нарушаются процессы обмена веществ в клетках головного и спинного мозга. Под влиянием гормонов гипофиза усиливаются и учащаются сокращения сердца, повышается кровяное давление, становится более энергичным обмен жиров и углеводов в организме и т. д.

Большое влияние оказывают на гипофиз родовые боли. Они активируют деятельность этой железы, и из нее начинают поступать в кровь большие количества окситоцина, действующего на мускулатуру матки, сокращения которой становятся более энергичными и частыми.

Болевая анурия (прекращение мочеотделения почками), вызванная сильными болевыми ощущениями, связана с деятельностью гипофиза. Ученые полагали, что из гипофиза в кровь поступает антидиуретический гормон, подавляющий деятельность почек. Под влиянием этого гормона при болевых ощущениях почти полностью прекращается образование мочи и наступает состояние анурии.



Рис. 43. Образ

1, 2 — ядра подбугорья, образующегося в ядрах, поступающего в капилляры задней доли гипофиза; 7 — задняя доля гипофиза; 8 — передняя доля гипофиза.



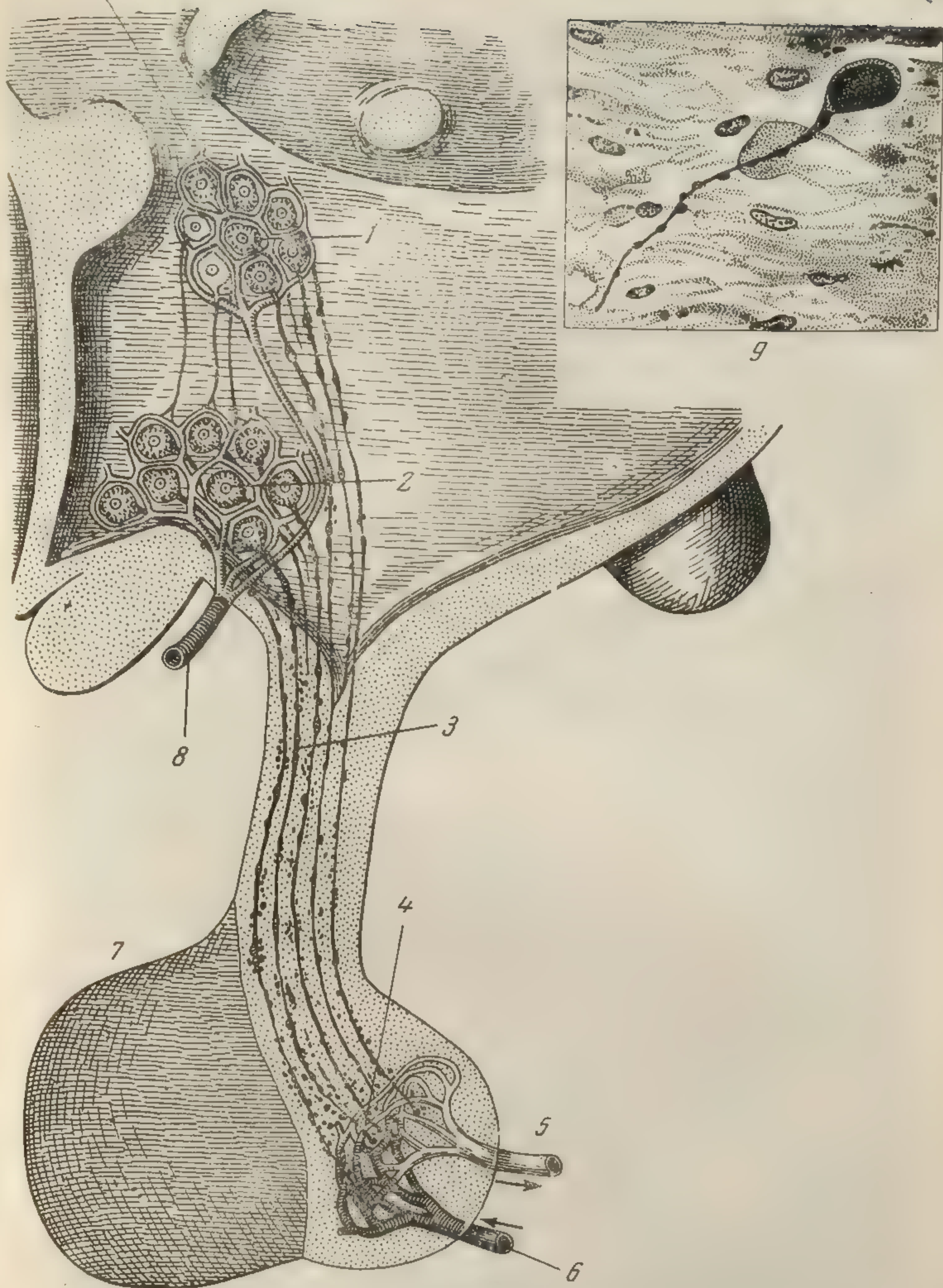


Рис. 43. Образование антидиуретического гормона  
■ ядрах подбугорья

1, 2 — ядра подбугорья; 3 — путь движения антидиуретического гормона, образующегося в ядрах подбугорья; 4 — задняя доля гипофиза (гормон поступает ■ капилляры); 5 — вена задней доли гипофиза; 6 — артерия задней доли гипофиза; 7 — передняя доля гипофиза; 8 — артерия, снабжающая кровью ядра подбугорья; 9 — нейрон одного из ядер подбугорья (капля гормона передвигается по нервному волокну)



Однако образование в гипофизе антидиуретического гормона опровергнуто работами последних лет. Установлено, что при болевых раздражениях содержание его в крови крыс резко нарастает даже в тех случаях, когда гипофиз предварительно удален. В настоящее время доказано, что антидиуретический гормон вырабатывается не гипофизом, а специальными нейро-секреторными клетками ядер подбугорья. Отсюда по их аксонам гормон стекает в гипофиз, а оттуда уже поступает в кровь (рис. 43).

Образование и выявление гормона регулируется как нервным, так и гуморальным путем. Недостаточное образование антидиуретического гормона вызывает особое заболевание — несахарный диабет, при котором организм выделяет огромное количество мочи.

Несколько лет тому назад в печати появилось сообщение о том, что после оперативного удаления гипофиза исчезают мучительные боли, вызванные раковой опухолью груди. Из этого был сделан вывод, что гормоны, выделение которых регулируется гипофизом, принимают участие в формировании болевого ощущения.

Многообразная реакция гипофиза на боль тесно связана с деятельностью надпочечников. Гормоны гипофиза готовят организм, ткани и органы к действию адреналина, способствуют его выделению. При наличии гормонов гипофиза действие адреналина усиливается. В то же время, как только содержание адреналина в крови и тканях по каким-либо причинам уменьшается, гипофиз начинает выделять гормон, усиливающий деятельность надпочечников. Таким образом, гормоны надпочечника и гипофиза взаимно дополняют друг друга.

Деятельность гипофиза, этой ведущей железы внутренней секреции, контролируется центральной нервной системой, главным образом подбугровым (гипоталамическим) отделом головного мозга. Обычно мы говорим о единой системе: гипоталамическая область — гипофиз — кора надпочечников. Все члены этой системы теснейшим образом связаны друг с другом.

В последние годы американский ученый Харрис установил, что ядра гипоталамуса выделяют вещества, регулирующие секрецию гормонов гипофиза. Эти сложные химические соединения, названные «реализующими факторами», стимулируют, по данным Харриса и его сотрудников, образование клетками гипофиза по крайней мере шести



гормонов — адренокортикотропного, тиреотропного, лютеинизирующего, фолликулостимулирующего и гормона, тормозящего образование пролактина. Химический состав их пока точно не известен; по предварительным данным, они состоят из нескольких различным образом сгруппированных аминокислот.

Здесь надо сказать о нашедшей теории известного канадского эндокринолога Селье, имеющей непосредственное отношение к проблеме боли. В 1936 г. Селье опубликовал в английском журнале «Nature» короткую заметку «Синдром, вызываемый разными повреждающими агентами». Смысл ее заключался в следующем. Если организм подвергается каким-либо сильным воздействиям, например охлаждению, отравлению, боли и т. д., в нем возникают характерные изменения. Возникает напряжение всех защитных механизмов или, по выражению Селье, состояние стресса. Вероятно, не существует ни одной проблемы в мировой литературе, которой было бы посвящено такое бесчисленное количество исследований, как проблеме стресса. Конечно, мы не можем подробно остановиться на ней. Следует только сказать, что все проявления стресса Селье связывал с поступлением в кровь гормонов коры надпочечников. По его представлениям, любое сильное раздражение («стрессор») возбуждает деятельность гипофиза и последний начинает выбрасывать в кровь адренокортикотропный гормон. Этот гормон стимулирует кору надпочечников, вырабатывающую ряд кортикостероидов, которым организм обязан своим удивительным приспособлением («адаптацией») к изменившимся условиям внешней среды и сильным воздействиям, раздражениям, волнениям и т. д. В настоящее время мы несколько иначе рассматриваем механизм стрессовых реакций. Ошибка Селье заключалась в том, что теорию стресса он ограничил гипофизом и не распространил на вышележащие этажи мозга.

Современная нейрофизиология включила в систему стресса всю систему подбугорья, ретикулярной формации, лимбического отдела, коры мозга. Представьте себе, что человек испытывает сильнейшую боль. Это типичное стрессовое состояние; на него прежде всего реагирует не корковый, а мозговой слой надпочечников. В кровь начинает поступать аварийный гормон — адреналин. Через определенные участки гемато-энцефалического барьера он проникает в ретикулярную формацию головного мозга и вызы-



вает и ней состояние возбуждения. Это возбуждение распространяется на подбугорье; образующиеся в нем «реализующие факторы» в свою очередь стимулируют гипофиз. Под влиянием нервных и гуморальных сигналов из центральной нервной системы гипофиз выделяет в кровь адренокортикотропный гормон. А последний, мобилизуя ферментные системы коры надпочечников, вызывает поступление кортикостероидов в кровь.

Это своеобразный рефлекс, состоящий из нервных и гуморальных звеньев. Как только содержание кортикостероидов в крови достигнет верхней границы нормы, срабатывает закон обратной связи. Кортикостероиды, проникая через гемато-энцефалический барьер в спинномозговую жидкость и мозг, приостанавливают образование адренокортикотропного гормона. Автоматически это приводит к падению их содержания в крови.

При некоторых обстоятельствах кортикостероиды не могут проникнуть через барьер. Их связывают белки крови. Подбугорье в таких случаях не получает должной информации о содержании кортикостероидов в крови и не посылает тормозных сигналов. Это приводит к избыточному накоплению гормонов коры надпочечников в жидких средах организма и возникновению ряда патологических явлений. Если же одновременно под влиянием боли повышается проницаемость гемато-энцефалического барьера по отношению к адреналину, то образование «реализующих факторов», и следовательно, адренокортикотропного гормона и кортикостероидов неуклонно идет вверх. Это все больше и больше дезорганизует деятельность органов, физиологических систем и всего организма.

Очень сильное влияние оказывает на нервную систему гормон щитовидной железы — тироксин. Если людям и животным вводить его в кровь, они становятся более живыми, веселыми, подвижными. В лаборатории всегда можно узнать собаку, которой впрыснули тироксин. Она необычайно подвижна, не может усидеть на месте, бежит из угла в угол, прыгает, ласкается, пытается всеми силами проявить свою активность.

Напротив, собака, у которой удалена щитовидная железа, поражает своим безучастным, сосредоточенным и унылым видом. Она сидит в углу, не обращая внимания на то, что происходит вокруг. У нее отсутствуют гормоны, возбуждающие нервную систему, и это сразу заметит каждый, кто войдет в лабораторию.

Тироксин, как  
свою нервную систему  
после, чем это приводит  
исследования и в крови  
кожу или в мышцу  
различных зажимов  
которых в крови и с  
ленно почти всех ф  
При этом, возможно  
в надпочечниках адр  
отдел вегетативной  
Болевое раздраже  
щитовидной железы  
ми гипофиза в кровь  
усиливает деятельно  
тому, повышает обм  
Интенсивность и  
также от парашито  
кальция в организме  
ном недостаточност  
испытывает жестоки  
Достаточно ввести  
чтобы боли мгновен  
ция в органах и тка  
Трудно сказать,  
ются при болевом  
внутренней секре  
и дополняет, и уси  
ствие другого. Воз  
болевого раздраже  
вначале действующ  
спинной мозг, — ад  
вступают гормоны  
таболиты.  
Возможно, что  
ткани и органы, т  
к боли. Этот воп  
решен. Во всяком  
инсулин, стимул  
систему, выделяе  
болевого раздраж  
тельность органи  
Инсулин, как



Тироксин, как и адреналин, стимулирует симпатическую нервную систему. Правда, его действие гораздо сложнее, чем это принято было до сих пор считать. Наши исследования показали, что впрыскивание тирокина под кожу или в мышцу дает толчок к вторичному образованию различных активных химических веществ, накопление которых в крови и спинномозговой жидкости ведет к изменению почти всех физиологических процессов в организме. При этом, возможно, благодаря усиленному образованию в надпочечниках адреналина возбуждается симпатический отдел вегетативной нервной системы.

Болевое раздражение активизирует деятельность щитовидной железы. Одновременно с адреналином и гормонами гипофиза в кровь поступает и тироксин, который также усиливает деятельность сердца, возбуждает нервную систему, повышает обмен веществ.

Интенсивность и характер болевого ощущения зависят также от паращитовидных желез, регулирующих обмен кальция в организме. При тетании — заболевании, вызванном недостаточностью паращитовидных желез, больной испытывает жестокие боли. Он кричит, стонет, жалуется. Достаточно ввести в вену раствор хлористого кальция, чтобы боли мгновенно прекратились. Однако избыток кальция в органах и тканях тоже может вызвать сильные боли.

Трудно сказать, в какой последовательности выделяются при болевом ощущении гормоны отдельных желез внутренней секреции. Вполне вероятно, что каждый из них и дополняет, и усиливает, и ослабляет, и даже снимает действие другого. Возможно, что в одной стадии длительного болевого раздражения, при упорных, тягостных болях, вначале действуют гормоны, возбуждающие головной и спинной мозг, — адреналин и тироксин, а потом в действие вступают гормоны, притупляющие боль, медиаторы, метаболиты.

Возможно, что они одновременно действуют на разные ткани и органы, то повышая, то понижая чувствительность к боли. Этот вопрос в настоящее время окончательно не решен. Во всяком случае гормон поджелудочной железы — инсулин, стимулирующий парасимпатическую нервную систему, выделяется уже во второй стадии длительного болевого раздражения, когда боль начинает угнетать деятельность организма и отдельных органов.

Инсулин, как известно, снижает содержание сахара в



крови, наряду с этим усиливает деятельность парасимпатических центров и узлов. При сильных болевых ощущениях парасимпатический отдел вегетативной нервной системы, как мы увидим дальше, вступает в действие уже после того, как симпатический ее отдел истощился и перешел в стадию угнетения.

Несколько слов следует сказать и о роли половых гормонов в возникновении чувства боли.

Неоднократно описано, что кастрированные мужчины и женщины необычайно чувствительны к болевым раздражениям. Нередко женщины, у которых по той или другой причине были удалены яичники, жалуются на сильнейшие боли в разных органах, иногда напоминающие истинную каузалгию. Отыскивая происхождение этих болей, врачи теряются в догадках, считают их «преувеличенными», воображаемыми, эмоционально окрашенными. На самом же деле в основе их лежит недостаточность половых гормонов в организме и вызванная ею повышенная болевая чувствительность.

### Болевой синдром

Перед нашими глазами прошли отдельные звенья длинной цепи драматических событий, разыгрывающихся в организме при длительной боли. В медицинской практике совокупность внешних проявлений болезни, имеющих единое происхождение и определяющих состояние организма, принято называть синдромом. Для того чтобы разобраться в сущности и значении болевого синдрома, мы приглашаем читателя в физиологическую лабораторию и попробуем не рассказать, а показать, как реагирует организм на боль.

К станку привязана собака. Это обыкновенная дворняжка, недавно пойманная где-то на окраине города. Сегодня ей предстоит трудная задача. В какой-то мере она должна показать, что происходит в организме человека, когда он тяжело ранен разорвавшимся снарядом или искалечен разрывной пулей.

На животных физиологи изучают глубокие изменения, наступающие в организме при тяжелых болях. Эти лабораторные исследования многому научили наших врачей. Безвестные жучки, шавки и полканы в немалой степени способствовали спасению людей, израненных и искалеченных на фронтах Великой Отечественной войны.



Мы уже знаем, что сильнейшую боль у животных вызывает электрическое раздражение седалищного нерва. Поэтому нам придется еще раз посмотреть опыт, который неспециалисту покажется очень тяжелым.

Собака рвется из ламок, стонет, извивается. Она чувствует, по-видимому, жестокую боль. «По-видимому», говорим мы, потому что она не в состоянии об этом рассказать, и мы судим о боли по ее внешней реакции. Глаза у нее широко раскрыты, зрачки расширены настолько, что радужная оболочка почти не видна, изо рта течет густая, вязкая слюна. Эта слюна называется симпатической, так как выделяется обычно при раздражении симпатических нервов. Кровяное давление резко подскочило, сердце бьется часто, но не совсем ритмично, пульс ускорен, температура тела немного повышена, дыхание учащено.

Но и этом только внешние проявления болевого страдания, внешняя реакция на боль. Более тонкие физиологические и химические исследования покажут, что под влиянием болевого раздражения у собаки изменился состав крови, что ее надпочечники выделяют кортикостероиды и адреналин, что содержание сахара в крови резко увеличилось (иногда в два-три раза), что кровь содержит большое количество солей кальция, а гипофиз и щитовидная железа находятся в стадии усиленной деятельности. При этом ускоряется свертывание крови, суживаются сосуды и в моче нередко обнаруживается сахар, которого, как известно, в нормальных условиях она никогда не содержит.

Наши исследования показали, что при сильных болевых раздражениях изменяется обмен веществ в головном мозгу. Возбужденные нервные клетки мозга начинают усиленно потреблять сахар и фосфор и выбрасывать в кровь соли кальция. В спинномозговой жидкости, омывающей головной и спинной мозг, появляются в значительном количестве гормоны гипофиза и нарастает содержание солей калия. Из мозга в кровь поступают различные продукты интенсивного обмена веществ, природа которых пока не изучена, усиливающие деятельность симпатической нервной системы.

Организм мобилизован, напряжен, приведен в состояние полной боевой готовности. Возбуждение широко охватило все отделы головного мозга. И одновременно мобилизовалась и «вступила в бой» симпатическая нервная



система. Возбужденные рецепторы непрерывно бомбардируют центральную нервную систему своими импульсами. Один за другим следуют по нервным волокнам залпы электрических разрядов. Ритм и число их могут быть различными, в зависимости от интенсивности раздражения, качества раздражителей, условий внешней и внутренней среды. И реакция организма может быть различной при тех или иных болевых воздействиях.

Обычно организм почти не адаптируется, т. е. не приспособляется к боли. Гораздо чаще имеет место обратный процесс. При длительном раздражении болевых рецепторов чувство боли обостряется. Болевые ощущения как бы накапливаются в центральной нервной системе и образуют в ней своеобразные особо чувствительные очаги, в которых возбуждение становится застойным. Возникает состояние нервных центров, которое И. П. Павлов характеризовал как инертный процесс возбуждения, а А. А. Ухтомский называл доминантой (стр. 286).

Учение о доминанте имеет чрезвычайно важное значение для понимания механизма некоторых физиологических и патологических процессов, возникающих при длительных болевых раздражениях. Именно образованием доминантного очага в коре головного мозга можно объяснить характерные болевые реакции, усиливающиеся при любом, даже неболевом раздражении. Доминантный очаг возбуждения контролирует почти все сдвиги в организме, развивающиеся под влиянием боли. Эти сдвиги, возникшие автоматически, рефлексорно, могут иметь решающее значение для всей жизнедеятельности органов, тканей, физиологических систем.

Повышение количества адреналина и сахара в крови, вызываемое болевым раздражением, страхом, гневом или яростью, происходит, минуя наше сознание, по типу обычного рефлекса и является выработавшейся в течение многих миллионов лет защитной реакцией живой системы на внешнюю опасность или нарушение ее целостности. Если у собаки удалить мозговой слой надпочечника и тем самым лишить ее адреналина, оперированное животное почти полностью теряет способность защищаться от опасности, бегать, преодолевать препятствие. Оно не в состоянии мобилизовать резервные возможности организма, сделать какое-то усилие для сохранения жизни.

Боль и связанный с ней страх превратились в борьбе за

существование в состоянии опасности и вырабатывать все средства для жизни. Выделение адреналина, мобилизация резервов крови, способствует при этом торможению центральной нервной системы, уничтожает мышечную энергию и кровопотери. Как известно, боль вызывает напряжение. «Во время усиленной деятельности, и животных и возбуждала ряд поколений, делая их во избежание опасности». В течение бесчисленных многих миллионов лет система производит огромное число причин страдания. Мы или машем больной рукой прекрасно сознаем, что это ледованный человек отягчает его как можно сильнее для того чтобы избавиться. «Все бесконечное разделение деятельности, — заканчивается к одному крашению. Смеется ли родина, дрожит ли девушка, кончается фактом жизни. И. П. Павлов: «...Если же прародителям, то у

И. М. Сеченов. Рефлексы жизни и смерти. 1925 г. стр. 168.



существование и злоещее предзнаменование возможной опасности и выработали в организме способность мобилизовать все средства нападения и защиты, сохраняющие жизнь. Выделение адреналина — одно из важнейших мобилизационных мероприятий организма. Действие его необычайно многообразно. Оно вызывает усиленный распад углеводов в печени и увеличивает содержание сахара в крови, способствует притоку крови к сердцу, легким, центральной нервной системе и конечностям, оттоку ее от заторможенных органов брюшной полости. Адреналин уничтожает мышечную усталость и повышает свертываемость крови, что имеет особо важное значение при ранениях и кровопотерях.

Как известно, боль вызывает значительное мышечное напряжение. «Во время мучительной боли, — писал Дарвин, — почти каждая мышца тела приходит в состояние усиленной деятельности, ибо сильная боль возбуждает всех животных и возбуждала их на протяжении бесконечного ряда поколений, делая их более сильными и увертливыми во избежание опасности».

В течение бесчисленных поколений, на протяжении многих миллионов лет сильная боль заставляла животных производить огромное число движений, чтобы избавиться от причины страдания. Мы сами, не замечая этого, трясем или машем больной рукой, чтобы «стряхнуть» боль, хотя прекрасно сознаем, что это невозможно. Но инстинкт, унаследованный человеком от доисторических предков, заставляет его как можно сильнее действовать всеми мышцами, для того чтобы избавиться от боли.

«Все бесконечное разнообразие внешних проявлений мозговой деятельности, — говорит И. М. Сеченов, — сводится окончательно к одному лишь явлению — мышечному сокращению. Смеется ли ребенок при виде игрушки, улыбается ли Гарибальди, когда его гонят за излишнюю любовь к родине, дрожит ли девушка при первой мысли о любви, сознает ли Ньютон законы и пишет их на бумаге — везде окончательным фактом является мышечное движение»<sup>1</sup>.

Эту же мысль развивает в одной из своих лекций И. П. Павлов: «...Если же мы обратимся к нашим отдаленным прародителям, то увидим, что там все было основано

<sup>1</sup> И. М. Сеченов. Рефлексы головного мозга. Избр. труды, Медгиз, 1935, стр. 168.



на мускулах. ...Нельзя себе представить какого-нибудь зверя, лежащего и гневающегося часами, без всяких мышечных проявлений своего гнева. А наши предки ничем собственно не отличались от диких зверей и точно так же каждое чувствование и у них переходило в работу мышц. Когда гnevается, например, лев, то это у него выливается в форму драки, испуг зайца сейчас же переходит в деятельность мышц другого рода — в бег и т. д. И у наших зоологических предков все выливалось так же непосредственно в какую-нибудь деятельность, каждое их чувствование выражалось деятельностью скелетной мускулатуры: то они в страхе убегали от опасности, то в гневе сами набрасывались на врага, то защищали жизнь своего ребенка и т. д.»<sup>1</sup>.

В связи с этим любопытно вспомнить мысль народного артиста СССР Ю. М. Юрьева, который на основании своего многолетнего сценического опыта приходит к следующему заключению: «Различные переживания, различные эмоции требуют напряжения различных мышц — таков закон человеческой природы».

Главным источником энергии для работающих мышц является глюкоза. В деятельном состоянии мышцы потребляют в три-четыре раза больше глюкозы, чем при покое. Если в притекающей к мышцам крови мало глюкозы, а свои собственные запасы мышцы целиком израсходовали, деятельность их быстро прекращается и животное становится беззащитным перед лицом внешней опасности.

Нормальное снабжение органов и тканей кровью может быть осуществлено только при бесперебойной работе сердца, которая также немыслима без постоянного поступления глюкозы. Болевое ощущение и связанные с ним эмоциональные реакции вызывают усиленную деятельность сердца. Сердце потребляет углеводы, ему необходим постоянный приток питательных материалов. И опять-таки адреналин совершает свое дело в организме и превращает гликоген печени в легко усвояемую глюкозу.

Без углеводов не обходится и центральная нервная система. Головной мозг постоянно и неуклонно расходует глюкозу. При возбуждении, вызванном болью, потребление ее мозгом, как показали наши исследования, увеличивается во много раз. Достаточное питание центральной нервной

<sup>1</sup> И. П. Павлов. Физиология кровообращения (лекция восьмая). Полн. собр. соч., т. V. Изд-во АН СССР, 1952, стр. 331.



системы обеспечивает бесперебойную и налаженную работу нейронов.

На помощь приходит адреналин, который обеспечивает высокий уровень глюкозы в крови и тем самым доставляет мозгу достаточное количество питательных веществ. Возбуждение симпатического отдела вегетативной нервной системы при сильных болевых раздражениях и повышенное образование адреналина в надпочечниках и тироксина в щитовидной железе также способствуют, как мы уже знаем, повышению работоспособности мышц и снятию утомления. Это свойство симпатической нервной системы, открытое советскими учеными (Л. А. Орбели и А. Г. Гиневским), может принести непосредственную пользу организму при энергичном мышечном напряжении, происходящем во время бегства, борьбы, попытки освободиться.

Учащенное дыхание также является чрезвычайно полезной защитной реакцией организма. Оно необходимо, так как обеспечивает снабжение крови и тканей кислородом. Мышечное напряжение, усиленная деятельность сердца, мозга, легких требуют бесперебойного и достаточного поступления кислорода в организм.

При каждом вдохе воздух проходит через бронхи и их тончайшие разветвления — бронхиолы. Последние снабжены гладкой мускулатурой, которая расслабляется под влиянием симпатических нервов. Во время сильного эмоционального напряжения, когда организму требуются большие количества кислорода и потоки воздуха проникают в легкие, бронхиолы могут превратиться в препятствие для свободного движения воздуха. И вновь на помощь приходит адреналин, который, возбуждая симпатическую нервную систему, расслабляет бронхиолы и создает наиболее благоприятные условия для «проветривания» организма. Одновременно с этим тироксин, выделяемый щитовидной железой, способствует усилению тканевого дыхания.

Быстрое свертывание крови также приносит организму несомненную пользу. Огромное значение сохранения запасов крови, особенно в смертельной борьбе, не требует особых объяснений. Кровяной сгусток, образующийся при местном повреждении, как бы закупоривает пораженные сосуды и тем самым предохраняет организм от больших кровопотерь.

Боль, страх, гнев сопровождают глубокие ранения. Усиленное выделение адреналина при этих состояниях ускоря-



ет свертывание крови и тем самым способствует прекращению кровотечения. Головной и спинной мозг, вегетативная нервная система, железы внутренней секреции принимают участие во всех изменениях, вызванных в организме болевым ощущением. Эмоциональное возбуждение, вызванное болью, ведет к перестройке всех функций нашего организма. Каждое из этих внутренних изменений приносит ему непосредственную пользу, укрепляя его во время огромной затраты энергии, вызванной чувством боли.

Каждое такое изменение, наступающее во внутренних органах, является защитной реакцией организма, который стремится обеспечить себе наиболее благоприятные условия для борьбы с опасностью, болью, повреждениями, ранениями и болезнями.

Прекращение пищеварительных процессов, как думает американский физиолог Кеннон, способствует освобождению энергии для других органов. Отток крови от заторможенных внутренних органов (желудок, кишки, печень) к органам, принимающим непосредственное участие в мышечном напряжении (легкие, сердце, головной и спинной мозг), способствует более энергичной деятельности последних. Усиление сердечных сокращений, учащение и углубление дыхания, слюноотечение, снятие мышечного утомления, мобилизация запасов сахара, повышение свертываемости крови — все это помогает организму справиться с врагом, сохранить жизнь. В такие минуты симпатические центры, узлы и нервные волокна находятся в состоянии высшего напряжения. Весь организм подчинен одной цели — защите от опасности. Опасность миновала, и все возвращается к норме: восстанавливаются заторможенные физиологические процессы, успокаиваются перевозбужденные клетки и органы.

Но случается так, что опасность не исчезает. Разрушительные раздражения продолжают действовать, и постепенно начинается вторая стадия болевой реакции, протекающая совсем иначе, чем только что описанная.

Вернемся к нашему опыту. Постепенно, в процессе длительного раздражения седалищного нерва электрическим током собака начинает значительно слабее реагировать на боль. Она не стонет, не кричит. Зрачки у нее суживаются, изо рта начинает вытекать жидкая (парасимпатическая) слюна, кровяное давление постепенно падает, температура тела снижается.



В этой стадии кровь содержит лишь следы адреналина, но зато в ней много другого вещества — ацетилхолина, накопление которого, как мы уже знаем, наблюдается при возбуждении холинергических элементов нервной системы.

Ацетилхолин начинает появляться в крови и тканях еще в тот период, когда симпатическая нервная система не только возбуждена, но даже перевозбуждена. Защищаясь от резкого преобладания тонуса симпатической нервной системы, от огромного количества адреналина и норадреналина в крови, используя защитные и компенсаторные механизмы, организм мобилизует все свои силы, для того чтобы противопоставить действию симпатического отдела вегетативной нервной системы возбуждение парасимпатического. С этой целью значительно повышается образование ацетилхолина и уменьшается его разрушение. Он накапливается понемногу, как бы ожидая своего часа, и, постепенно «настраивая» холинергические элементы, вступает в действие при неослабевающем болевом раздражении. Одновременно начинается усиленная деятельность поджелудочной железы. Инсулин быстро снижает содержание сахара в крови и усиливает деятельность парасимпатической нервной системы. Постепенно наступает истощение симпатической нервной системы, сначала ее периферических, а потом и центральных отделов.

Боль нарушает проницаемость стенок сосудов и капилляров различных органов. Из крови в мозг начинают проникать вещества, которые в норме задерживаются гемато-энцефалическим барьером. При раздражении у собаки седалищного нерва электрическим током химический состав спинномозговой жидкости резко изменяется. Это объясняется тем, что барьер начинает пропускать из крови вещества, которые в норме через него не проходят. Однако, если предварительно усыпить животное (например, хлороформом или эфиром) и тем самым снять болевое ощущение, раздражение седалищного нерва не вызовет каких-либо изменений барьера.

Благодаря повышенной проницаемости гемато-энцефалического барьера в спинномозговую жидкость, а затем и в нервную ткань нередко проникают ядовитые вещества, отравляющие головной и спинной мозг. В обычных условиях они задерживаются барьером, но при некоторых заболеваниях, а также при различных воздействиях на организм



начинают «просачиваться» в центральную нервную систему.

Чем дольше длится, чем упорнее и мучительнее болевое раздражение, чем глубже изменения, наступившие в организме, тем скорее развивается шоковое состояние.

## Шок

Проблема шока — комплекса грозных явлений, угрожающих самому существованию организма, имеет прямое отношение к боли. Чаще всего шок возникает при тяжелых, разрушительных болевых воздействиях в тех случаях, когда защитные, компенсаторные силы организма не в состоянии справиться с резким выходом его из границ гомеостаза.

Сопrotивляемость организма вредным воздействиям зависит от соотношения шокогенных факторов, вызывающих шок, и защитных механизмов, способных компенсировать чрезмерно сильные внешние и внутренние раздражения. Для того чтобы сохранить постоянство внутренней среды, организм мобилизует все свои защитные механизмы — нервные, эндокринные, гуморальные. Жизнь и смерть, здоровье и болезнь в немалой степени зависят от способности живой системы компенсировать вредные воздействия, падающие на нее извне или возникающие в ней самой.

Шок может быть вызван тяжелой травмой и внезапной болевой катастрофой, возникшей в самом организме. Шок при инфаркте миокарда, прободении язвы желудка, почечной и печеночной коликах и т. д. описан во всех медицинских руководствах.

Каждый врач хорошо знает картину травматического шока. Войны всех времен и народов поставили перед медицинскими работниками ряд острых вопросов, связанных с происхождением и лечением шока. Врачи и физиологи продолжают упорно работать над проблемой шока, и перед ними стоит старая, но в то же время далеко не разрешенная задача предотвратить развитие шока при ранениях или спасти жизнь раненого, если шок все же наступил.

Русская наука гордится тем, что одним из первых исследователей шоковых состояний явился великий русский хирург Пирогов, славное имя которого, наряду с именами

Сеченова, Павлова,  
вспомогательной науки.  
«С оторванным камнем»  
столицей Камчатке  
на перевозочном пункте  
шт. не жалуются, но  
не требует. Тело  
взгляд неподвижен и  
едва заметен под пальца  
вопрос околелый или  
себя, чуть слышно, шеп  
Рана и кожа почти совсе  
шой нерв, висящий из ра  
то одним легким сокра  
живается признаки чувств  
через несколько часов. Ни  
мой смерти»!

Это лаконичное и в то  
сание травматического ш  
храняет свою силу. Како  
этого тяжелейшего нервно  
го на поле битвы, в каре  
ном столе. Врач вынужд  
дать, как на его глазах за  
дыхание, исчезает пульс.

Борьба с шоком трудн  
недавно от шока умира  
ран. Смертоносные оруд  
увеличивают число шоко  
ной войны советские хир  
мало потрудились над то  
в найти наилучшие мето  
отношении немалых усил  
Исследования, проведен  
довательских институтах  
зали, что боль внезапная  
наиболее благоприятный  
деяние кровяного давлени  
верхностное дыхание, ш  
му. Нога головного моз

Н. И. Пирогов, И  
Медгиз, 1941, стр. 56—57.



Сеченова, Павлова, Боткина, вошло в историю отечественной науки.

«С оторванной рукой или ногой, — писал во время Севастопольской кампании Пирогов, — лежит такой окоченелый на перевязочном пункте неподвижно, он не кричит, не вопит, не жалуется, не принимает ни в чем участия и ничего не требует. Тело холодное, лицо бледное, как у трупа, взгляд неподвижен и устремлен вдаль, пульс, как нитка, едва заметен под пальцами и с частыми промежутками. На вопрос окоченелый или вовсе не отвечает или только про себя, чуть слышно, шепотом, дыхание тоже едва заметное. Рана и кожа почти совсем нечувствительны, но если большой нерв, висящий из раны, будет чем-нибудь раздражен, то одним легким сокращением личных мускулов обнаруживает признаки чувств. Иногда это состояние проходит через несколько часов, иногда же оно продолжается до самой смерти»<sup>1</sup>.

Это лаконичное и в то же время необычайно точное описание травматического шока еще до сегодняшнего дня сохраняет свою силу. Какой хирург не знает явлений шока — этого тяжелейшего нервного потрясения, одинаково опасного на поле битвы, в карете скорой помощи, на операционном столе. Врач вынужден нередко беспомощно наблюдать, как на его глазах замирает сердце, останавливается дыхание, исчезает пульс.

Борьба с шоком трудна, но далеко не безнадежна. Еще недавно от шока умирало больше раненых, чем от самих ран. Смертоносные орудия современности, естественно, увеличивают число шоков. Во время Великой Отечественной войны советские хирурги во главе с Н. Н. Бурденко немало потрудились над тем, чтобы установить причину шока и найти наилучшие методы лечения. Они добились в этом отношении немалых успехов.

Исследования, проведенные в различных научно-исследовательских институтах, в госпиталях и медсанбатах, показали, что боль внезапная, непереносимая и упорная создает наиболее благоприятный фон для возникновения шока. Падение кровяного давления, слабый нитевидный пульс, поверхностное дыхание, полное безразличие к окружающему. Кора головного мозга находится в стадии глубокого

<sup>1</sup> Н. И. Пирогов. Начала общей военно-полевой хирургии, т. I, Медгиз, 1941, стр. 56—57.



угнетения. Вышли из-под регулирующего ее влияния ведущие центры вегетативной нервной системы. Состав спинномозговой жидкости резко изменен. Физиологические процессы в организме нарушены, распалась удивительная гармония жизненных явлений.

В чем же здесь дело? Где ведущее звено разорванной во многих местах цепи?

Существует много различных теорий происхождения шока. Исследователи по-разному подходят к решению этой важнейшей физиологической и медицинской проблемы, которой посвящено огромное число экспериментальных и клинических исследований. Ведущее значение нервноболевого фактора в происхождении травматического шока признается в настоящее время подавляющим большинством советских и зарубежных ученых. Не все еще окончательно решено и подытожено в этом вопросе. Лишь объединенные усилия теоретиков и врачей позволят объяснить возникновение шока и укажут путь его преодоления.

Фронтальная жизнь с ее опасностями, напряжением, бессонницей, недоеданием, охлаждением и т. д. создает наиболее благоприятные условия для длительного и стойкого эмоционального подъема. Уровень процессов возбуждения и торможения в коре головного мозга резко изменяется. Нервная система во всех ее отделах возбуждена и находится в состоянии нарастающей активности. На этом фоне усиливается деятельность желез внутренней секреции — гипофиза, надпочечников, щитовидной. Гормоны их в увеличенном количестве поступают в кровь и способствуют перевозбуждению симпатической нервной системы. Если находящемуся в таком состоянии человеку, особенно во время боевой операции, в атаке или рукопашном бою, нанесено ранение, иногда даже не очень тяжелое, организм отвечает на него сильнейшей общей реакцией, чему в первую очередь способствует боль. Кровяное давление повышается, пульс и дыхание учащаются, увеличивается выделение адреналина, гормонов коры надпочечников, тироксина, вазопрессина, образуемого гипофизом, и ренина — гормона почек. В этом периоде центральная нервная система находится в состоянии сильнейшего возбуждения, нередко на пределе своих сил и возможностей.

В одних случаях защитные силы организма преодолевают все эти нарушения физиологических состояний, в других — продолжающееся раздражение (боль, кровопотеря,



психическая травма, хирургическое вмешательство) ведет к расстройству деятельности нервной системы. Наступает вторая шоковая стадия. Регуляция и координация функций нарушаются, кровяное давление и температура тела начинают снижаться, деятельность сердца ослабевает, дыхание расстраивается. Резко изменяется состав крови, повышается проницаемость сосудов. В крови, в органах и тканях нарастает содержание инсулина, ацетилхолина и гистамина. Постепенно расстраивается деятельность всего нервного аппарата, как центрального, так и периферического. В коре головного мозга развивается запредельное торможение. Гармоническая связь, существующая между корковыми и подкорковыми элементами головного мозга, распадается.

По мере развития шокового состояния работа сердца продолжает ослабевать, кровь застаивается в расширившихся сосудах, стенки их начинают пропускать в тканевую жидкость различных органов ядовитые продукты нарушенного обмена веществ, ухудшается питание мозга, развивается общее угнетение нервной системы.

Сильная кровопотеря ускоряет развитие шока, так как ведет к уменьшению объема крови в кровеносных сосудах. Ядовитые вещества, всасывающиеся из поврежденных, а иногда и разможенных тканей, способствуют отравлению организма и углублению шокового состояния.

Таким образом, болевое ощущение приводит к шоку. Длинная цепь физиологических процессов, начинающаяся сигналами с болевых рецепторов и кончающаяся полным расстройством всей деятельности организма, на этом заканчивается. Если не приняты энергичные меры, шок приводит к смерти.

Можно высказать предположение, что в первой стадии шока главенствует симпатический отдел вегетативной нервной системы. Но по мере развития шоковых явлений на первый план выходит ее парасимпатический отдел. Эта схема, разумеется, не является единственно правильной. Существует немало других теорий и предположений, но в основном шок развивается по указанному пути.

Наука знает много различных методов лечения шоковых состояний. Описание их не входит в нашу задачу. Но каждый хирург помнит, что при шоке надо прежде всего прекратить приток болевых импульсов в нервную систему. Если боль из сигнала, предупреждающего об опасности, превратилась в источник тяжелых, даже непоправимых нарушений всей жизнедеятельности организма, долг врача ликвидировать ее как можно скорее всеми возможными и доступными средствами.



## Эмоциональные аспекты боли

### Индивидуальная оценка болевого ощущения

Человеческая речь знает множество определений, характеризующих качество, окраску, оттенок (модальность) болевого ощущения. Русский язык насчитывает не один десяток эпитетов, оценивающих болевое чувство. Говорят о боли острой, тупой, колющей, режущей, тянущей, гложущей, давящей, буравящей, дергающей, пульсирующей, стучащей, жгучей, пронизывающей, сверлящей, стреляющей, мозжащей, грызущей, ноющей, глухой, тихой, монотонной, мгновенной, молниеносной. В. Даль в своем «Толковом словаре» пишет: «Боль по роду или по чувству бывает: острая, колючая (колотье), резучая (резь), гнетучая (ломота), грызучая (грызь), жгучая, палящая, тупая, глухая, ноющая, нылая».

Чешский хирург Ирасек попробовал составить описание характера боли, используя богатые возможности родного ему языка. Он дополнил наш список такими определениями, как ясная, темная, колючая, кусающая, долбящая, щекочущая, жуткая и т. д. (рис. 44). Мы называем боль мучительной, невыносимой, неотступной, нестерпимой, безграничной, бесконечной, жестокой. Мы говорим о боли опоясывающей, скручивающей, сжимающей и пр.

Врачи, особенно невропатологи и психиатры, знают, насколько неистощимы некоторые больные в своих жалобах на боли и в то же время как неясно, сбивчиво и неточно описывают их даже весьма наблюдательные, хорошо разбирающиеся в своих ощущениях пациенты.

Хорошо известно, что анатомические изменения, составляющие основу болевого ощущения, в ряде случаев весьма незначительны и даже не всегда могут быть обнаруже-



Рис. 44. Схематическое изображение различных типов боли. 1 — мгновенная короткая интенсивность; 2 — малая интенсивность; 3 — боль с безболезненной интенсивностью; 4 — пульсирующая. Пункты 1, 2, 3, 4.

ны. Боль имеет широкую область распространения, от едва заметных незначительных изменений в большинстве случаев. В большинстве случаев боль является результатом нарушения функции, а болевые ощущения



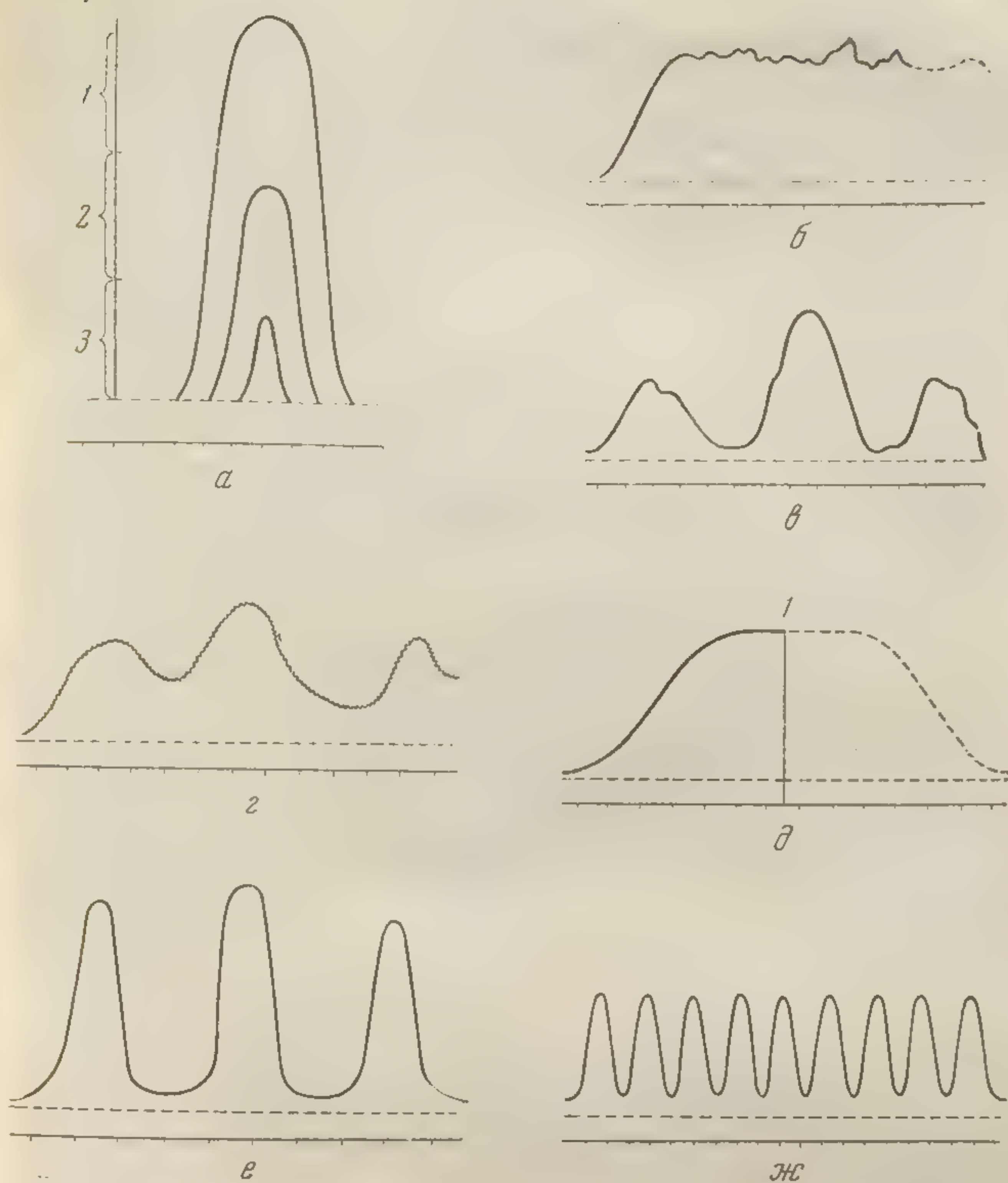


Рис. 44. Схматическое изображение различных болей (по Ирасеку)

а — мгновенная короткая (1 — большой интенсивности, 2 — средней интенсивности, 3 — малой интенсивности); б — непрерывная; в — приступообразная боль с безболезненными интервалами; г — с интервалами снижения интенсивности; д — внезапная, достигающая определенной высоты и ликвидированная оперативным путем (1); е — приступообразная; ж — пульсирующая. Пунктирная линия — уровень болезненного состояния

ны. Боль имеет широкий диапазон интенсивности, начиная от едва заметных неприятных ощущений (дискомфорт) и кончая невыносимыми страданиями.

В большинстве случаев болевое ощущение, источником которого является кожный покров, носит характер острой боли, а болевые ощущения, идущие из глубоких тканей и



внутренних органов, за немногими исключениями — тупой боли.

В классической физиологической литературе принято считать, что характер боли зависит от трех основных причин: 1) одновременного раздражения рецепторов боли, тепла, холода, давления; 2) величины болевого участка; 3) периодического нарастания и смягчения причин, вызывающих боль (пульсирующая, стреляющая боль и т. д.).

К этому следует добавить, что интенсивность, характер, длительность болевого ощущения зависят в значительной степени от своеобразных закономерностей деятельности больших полушарий мозга, вовлечения в процесс различных отделов центральной нервной системы, эмоционального восприятия болевого ощущения.

Иногда очень трудно определить характер боли. И люди легко прибегают к сравнениям, пытаются найти в богатом лексиконе родной речи соответствующий эпитет. Профессор В. Ф. Чиж делит, боли по четырем признакам: качеству ощущений (жгучие, тупые, режущие, тянущие, сверлящие), локализации и способу распространения (разлитые, острые, точечные, стреляющие), появлению во времени (стучащие, дергающие, постоянные, молниеносные) и интенсивности (сильные и слабые).

Легче всего поддается определению острая боль, вызванная раздражением или нарушением кожных покровов. Эту боль можно вызывать уколом, щипком, выдергиванием волос, ожогом, электрическим током, а также различными химическими веществами (кислоты, щелочи, хлороформ, ментол и т. д.).

При всех кратковременных воздействиях характер боли один и тот же — ноющий. Вряд ли кто-либо сможет точно указать, чем вызвана кратковременная боль, какое раздражение явилось первичным, каков первоначальный источник болевого ощущения. Более длительное болевое воздействие вызывает жгучую боль, причем опять-таки никто не в состоянии отличить боль, вызванную электрическим током, от боли, возникающей при длительном уколе, щипке и т. д. Боль называют жгучей по ассоциации. Но кратковременная боль при уколе раскаленной булавкой расценивается большей частью как колющая, а боль, вызванная длительным дерганьем волоса, как жгучая.

Невозможно различить болевые ощущения, вызванные



длительным трением кожи, ожогом, ультрафиолетовыми лучами, размождением, обмороживанием или некоторыми раздражающими веществами, например хлороформом. Болевое ощущение, возникшее через некоторый промежуток времени при любом из этих воздействий, имеет приблизительно один и тот же характер. Легче всего его сравнить с ощущением ожога. Поэтому мы и говорим о жгучей боли или о чувстве жжения и т. д.

По существу все эти определения имеют несколько условный характер. И по-видимому, надо согласиться с мнением английского физиолога Люиса, что любая кожная боль имеет одно и то же качество независимо от оценки, которую дает испытуемый в эксперименте или больной на приеме у врача.

Иначе обстоит дело при глубоких болях, при болях, источником которых являются глуболежащие ткани или внутренние органы. Болезненные ощущения в сухожилиях, надкостнице, суставах носят по преимуществу характер тупой боли. Это глухие, упорные, мучительные боли, захватывающие подчас большие участки тела. Больной с трудом находит источник боли, его ощущения расплывчаты и неопределенны. Особенно трудно переносятся боли в суставах. При каждом движении конечности болевое ощущение усиливается, принимая подчас характер перемещающейся жестокой боли.

Хорошо изучена мышечная боль. Впрыскивая в мышцу концентрированные растворы различных солей, исследователи имели возможность убедиться, что возникающие при этом боли носят тянущий, неясный характер. В большинстве случаев очень трудно указать местоположение исходной болевой точки. Но все же мышечную боль не так уж трудно распознать и отличить от кожной.

Как правило, человек не в состоянии точно определить характер болевого ощущения во внутренних органах. Это зависит от многих анатомических и физиологических причин, но отличить глубокую боль от поверхностной удастся довольно легко. Во всяком случае врач может это сделать без особых затруднений.

Субъективное восприятие боли всегда своеобразно. Сколько образов и сравнений находит человек для описания терзающей его боли! То она напоминает ему раскаленное железо, вонзающееся в тело, то она разрывает его органы, мышцы, нервы словно острыми щипцами, то она по-



добна собаке, вцепившейся зубами во внутренности. Но вот что любопытно. Человек, столь образно рассказывающий о своих болях, никогда в жизни не был укушен собакой, не был ранен острыми щипцами, не испытал прикосновения раскаленного железа. Он думает, предполагает, воображает, что именно такой должна быть его боль. Так, страдающий невралгией тройничного нерва утверждает, что по его лицу проводят раскаленной проволокой, а больной с язвой желудка жалуется на колющее инородное тело, переворачивающееся в его внутренностях.

Все эти описания, иногда преувеличенные, подчас фантастические и весьма далекие от истины, имеют важное значение для врача. Они позволяют в ряде случаев поставить правильный диагноз и назначить соответствующее лечение.

И в искусстве, и в литературе можно найти немало описаний и изображений мучительных болей, вызванных болезнями, пытками, несчастными случаями. Каждый писатель, художник, журналист вносит что-то новое, субъективное в описание боли, находит какие-то особые краски, неожиданные эпитеты, яркие и острые сравнения. Вероятно, намного расширится эта глава, если мы включим в нее все то, что пишут о боли и орудиях боли газеты, сборники, журналы всего мира. Нет границы человеческой фантазии в изображении болевого синдрома, как не существует и предела дьявольской изощренности в изобретении новых и сверхсовременных методов болевого воздействия. Мы не стремимся вызвать у читателя ужас или душевное страдание описанием пыточных камер, как и не собираемся щекотать его нервы эффектными репортажами. С древнейших времен до наших дней человечество немало преуспело в умении вызывать самую страшную, непереносимую боль. Все, чем гордится наука и техника, все, что поставлено на службу и пользу человеку, все это с какой-то неслыханной изобретательностью помогает ввергнуть его в седьмой круг ада, превратить в нечто изломанное, изувеченное, лишенное человеческого достоинства.

Задолго до наших дней, когда чудесное действие обезболивания еще не было известно, каждая хирургическая операция сопровождалась мучительными страданиями. Медицинские книги, написанные много лет назад, рассказывают о жестоких болях, ни с чем не сравнимых терзаниях у лиц, подвергшихся целительному действию скаль-



пеля хирурга. Если эти боли продолжались несколько дней или недель, вся поверхность тела становилась необычайно чувствительной. Каждое движение, каждое сотрясение, даже случайный солнечный луч, проникший в палату, вызывали приступ судорожных болей.

«Травматическая первичная боль,— писал Н. И. Пирогов,— или обнаруживается в момент самого сотрясения, исчезает на несколько мгновений с окончанием сотрясения и является потом снова и с большей жестокостью, переходя во вторичную, или она является, когда раненый приходит в сознание после общего сотрясения. И в том и в другом случае травматическая боль сопровождается иногда чувством невыразимой тоски и томления, проникающего всю душу раненого и соединенного с коротким прерывистым дыханием и обмиранием... Жестокая непрерывная боль у раздражительных людей — одна, и в соединении с другими душевными аффектами может причинить нервное истощение, тетанические судороги и смерть»<sup>1</sup>.

Роже Мартен дю Гар в романе «Семья Тибо» описывает приступ уремических судорог у старика Тибо: «Приступы продолжали учащаться и были так жестоки, что по окончании каждого из них люди, присматривающие за больным, подобно ему самому, окончательно выбивались из сил и почти пассивно следили за его мучениями. Ничего нельзя было поделать. Как только кончались корчи, начинались невралгические боли. Почти каждая точка тела делалась источником мучений, и интервалы между концом одного приступа и началом нового заполнялись сплошным ревом. Мозг несчастного слишком ослабел, для того чтобы он мог сознавать происходящее... Моментами он определенно бредил, но чувствительность его не замирала, и он указывал знаками на те места, где всего сильнее чувствовалась боль...»

Ямайский писатель Виктор Рид в повести «Леопард» дает необычайно яркую картину тяжелой и неравной борьбы с нарастающим болевым ощущением у раненого африканского воина — сильного, ловкого и выносливого Небу: «Держась рукой за раненый бок, Небу встал на колени. Кровь била из обоих отверстий раны, ибо пуля прошла насквозь. Одной рукой он старался остановить кровь, другой

<sup>1</sup> Н. И. Пирогов. Начала военно-полевой хирургии, т. I. стр. 45—46.



наскреб земли, чтобы замазать рану. Его лицо было бесстрастной маской...» Это было начало боли. Огнестрельное травматическое разможнение тканей, первая болевая реакция. Но прошло несколько дней: «Небу разговаривал с жуком, беспокоившим раненый бок. Жук сидел под кожей и царапался, как леопард на железной крыше. Бок невыносимо зудел. Пуля... оставила под кожей жука, чтобы напоминать о своем посещении».

В ране развивалось воспаление. Чувство боли еще не сформировалось полностью. Оно еще находилось в стадии зуда, переходящего в расплывчатую, неопределенную боль. В понимании Небу это «была не пуля, а всего лишь жук. В некоторых ранах сидит ревущий лев, некоторые раздрает когтями леопард. В смертельных ранах неистовствуют стада слонов, вырывающих с корнем деревья». Здесь боль только начиналась, подкрадывалась. На следующий день «жук в ране отрастил бороду. Он стал старше... Он цеплялся когтями за внутренности, чтобы сохранить равновесие. Боль пенилась в животе». И еще дальше: «Когда Небу оступился, рана взорвалась яркой пронзительной болью».

С каждым днем боль усиливалась. В ране возникло гнойное воспаление. Были мобилизованы все защитные силы организма. В игру вступила мощная, совершенная система сигнализации и оповещения, начиная от кожных рецепторов и проводящих путей и кончая ретикулярной формацией и зрительными буграми. «Боль в боку неистовствовала. Он боролся с ней весь день. ...На рассвете Небу сказал своему вождю, сердцу: «Борьба утомительна. Сначала она трубит в трубы, а потом дребезжит, как надтреснутые литавры... Небу услышал это на рассвете. Он услышал гулкие, тяжелые удары барабана в сердце и быстрые звонкие трели барабанчиков в висках и запястьях. Они окружили его со всех сторон и оглушили его. Приступы пронзительной боли участились. Он повернулся, и боль повернулась вместе с ним... Он сел на одеяле, расстеленном на земле, и боль приподнялась вместе с ним, она была неразлучным спутником...»

В течение всех этих дней Небу вел сложный поединок со своим спутником — злобным и несчастным мальчиком, его сыном от белой женщины. Африканец сохранил необычайную выдержку и умение преодолевать, подавлять самые тяжкие, невыносимые для многих страдания. Чтобы



вскрыть гнойную рану, Небу приложил к ней котелок с кипящей водой, «...и слоны в ней стали с корнем вырывать большие деревья. Громкие голоса боли раздались в Небу...» Мальчик отметил в этот миг, «как похоже на дерево, на кусок черного дерева было лицо Небу. Стрдание не отразилось на нем... И он был вне себя из-за того, что Небу не выдал боли. Совершенно бесчувственный. Иначе как же он мог вынести такую боль? Черные, действительно, совсем, как животные».

Мальчик так и не понял, как, впрочем, и многие гораздо более опытные взрослые люди, что боль можно преодолеть, хотя она не становится от этого более легкой. Он не понял также, что и белые, и черные, и желтые люди испытывают одну и ту же боль, но одни при этом плачут, а другие глотают слезы...

Человек не остается рабом болезненных ощущений и может оказать на них определенное влияние в зависимости от цели, силы воли, упорства и мужества. Каждый способен овладеть болью, подавить ее, заставить свой организм победить разрушающее действие болевого чувства. «Люди с сильной волей,— говорит И. М. Сеченов,— побеждают, как известно, самые неотразимые, по-видимому, невольные движения; например, при очень сильной физической боли один кричит и бьется, другой может переносить ее молча, покойно, без малейших движений, и, наконец, есть люди, которые могут даже производить движения, совершенно несовместимые с болью, например шутить и смеяться»<sup>1</sup>.

Жизненный опыт показывает, что все, кому приходилось испытывать тяжелые боли, пытались с большим или меньшим успехом побороть их, применяя определенные методы и приемы. Еще Гиппократ, греческий врач и ученый, живший в V веке до нашей эры, говорил, что при наличии двух болевых очагов человек ощущает только тот, который вызывает более сильную боль. Уже давно отмечено, что «боль облегчается болью». В кресле зубного врача можно нередко наблюдать, как пациенты, стремясь избавиться от боли, вызванной бормашиной, стараются ущипнуть или уколоть себя в руку или в ногу. Рассказывают как курьез, что в прошлом столетии, до открытия наркоза, дантисты имели специальных ассистентов, которые обязаны

<sup>1</sup> И. М. Сеченов. Рефлексы головного мозга. Избр. труды. Изд-во экспер. мед., 1935, стр. 217.



были щипать больных в момент удаления зуба. Это отвлекало пациентов от основного болевого ощущения. Часто можно наблюдать, что люди защищаются от боли, напрягая мышцы конечностей, сжимая кулаки, стискивая ручки кресла, руку врача и т. д. Все это приносит им некоторое облегчение.

Исследования, проведенные в физиологических и психологических лабораториях, показали, что если испытуемому наносить два болевых раздражения, они взаимно смягчают друг друга. Более сильная боль отвлекает или, может быть, привлекает внимание и заставляет человека забыть о менее сильной. И врачи, и больные знают, что сильнейшие боли при каузалгии смягчаются или прекращаются вовсе, если приложить к больной конечности (а иногда и к здоровой) мокрое холодное полотенце. Здесь действует не только выключение местных болевых рецепторов, но и взаимодействие болевой и температурной чувствительности.

Чувство холода, тепла, прикосновения, давления подавляет, вытесняет болевое ощущение. Л. А. Орбели рассказывает, что один врач, страдавший воспалением седалищного нерва (ишиалгией), случайно облил больную ногу холодной водой и убедился, что эта неожиданная процедура способствовала значительному облегчению боли. С тех пор при наступлении болей он прикладывал холодные компрессы или погружался в холодную воду.

Нередко простое поглаживание кожи смягчает проявления боли. Растирая и поглаживая ушибленное место, мы мобилизуем эпикритическую чувствительность для ослабления протопатической. Именно поэтому ласковая рука матери успокоила боль измучившую маленького Жана, о чем так красиво и умно рассказал Ромен Роллан в своем романе «Жан Кристоф».

Уже неоднократно указывалось, что люди стараются при сильных болях заполнить свое сознание делами, заботами, думами, заняться каким-нибудь умственным или физическим трудом. Дарвин рассказывает, что на английских кораблях матросы во время экзекуции брали в рот кусок свинца, чтобы, сжимая его зубами, отвлечь внимание от боли. Кант умел усиленной умственной деятельностью преодолеть боль. Знаменитый французский физик Паскаль облегчал свои тяжелые невралгические боли, погружаясь в сложные математические вычисления.



Зигмунд Фрейд, знаменитый австрийский психоневролог, страдая от мучительных болей, вызванных раковой опухолью во рту, все последние годы жизни не обращал внимания на свою болезнь. Его жизнь была заполнена работой. Между тем в юности он отличался удивительной мнительностью, переходившей нередко в настоящую ипохондрию.

Физиологическую сущность этих явлений легко объяснить на основе учения А. А. Ухтомского о доминанте. Надо полагать, что во всех описанных выше случаях искусственно создавался господствующий (доминантный) очаг возбуждения в коре головного мозга, который подавлял другие очаги возбуждения. Этим объясняется и «правило Гипократа», и подавление боли болью. Вновь возникший в коре мозга очаг возбуждения, более мощный, чем все другие, притягивает к себе импульсы, идущие к другим участкам центральной нервной системы. Происходит как бы «переадресовка» сигналов, поступающих с периферии. Господствующий очаг возбуждения подчиняет себе все физиологические процессы, протекающие в организме.

Однако сила человека не в случайном, а в волевом, сознательном преодолении боли, в умении превозмочь болевое ощущение, стать выше страдания, добиться победы над упорным чувством боли. Люди, умеющие подавлять боль, умеющие становиться выше животного, не поддающегося контролю разума, страдают от боли совершенно так же, как и люди, корчащиеся в судорогах тяжкого болевого ощущения и оглашающие криками палаты больниц, своды операционных, поля сражений. Анатомическое строение органов, чувствительность их рецепторов, реактивность нервной системы, как правило, у них не отличается от того, что принято называть «физиологической нормой». Они страдают по-настоящему, но умеют быть хозяевами своего страдания. Их нервная система напряжена, и сигналы от рецепторов потоком идут в спинной и головной мозг. Но только величайшее напряжение воли дает им возможность подавить нарастающее ощущение боли, зажать крик между стиснутыми зубами, удержать стон. Смешны и наивны рассуждения о пониженной болевой чувствительности или о физической тупости «низших рас», преступников и «неполноценных» людей второго сорта. «Одну лишь боль легко перенести, — иронически замечает Лерипш, — это боль ближнего».



Необходимо с раннего детства воспитывать человека силу не поддаваться разрушающему действию боли. Давно известно, что люди, выросшие в суровых условиях, привыкшие к твердой дисциплине и постоянному самоконтролю, лучше владеют своими чувствами, чем изнеженные, недисциплинированные и эгоистичные представители человеческого рода. На каждое болевое раздражение они не отвечают криком, слезами, обмороком или попыткой к бегству. Воспитание имеет огромное значение для преодоления боли. Этому учит опыт всей нашей жизни, опыт здоровья и болезни, труда и отдыха, мира и войны. Конечно, здесь нельзя впадать в крайность и думать, что единственный способ борьбы с болью — подавление болевых эмоций. Напротив, с болью надо бороться, боль необходимо уничтожать во всех ее проявлениях. Но это следует делать мужественно. Человек должен властвовать над мучительными болевыми ощущениями. Он не должен становиться их пленником. «Современный человек, — утверждает Ирасек, — не хочет переносить боль напрасно, когда в этом нет нужды, он не практиковался в перенесении боли и не подготовлен к этому. Взгляды на боль и отношение к ней у современного человека совсем иные. Я убежден, что современный человек в случае крайней необходимости тоже перенес бы сильные боли».

### Болевые эмоции

Страх, ярость, боли и муки голода, по мнению выдающегося физиолога Вальтера Кеннона, представляют элементарные чувства, которые одинаково свойственны как человеку, так и животным. Они относятся к наиболее могучим факторам, определяющим поведение живых существ. Это субъективные состояния, охватывающие все виды чувствований и переживаний человека, их роль в человеческой жизни необычайно важна. «...Без «человеческих эмоций», — говорит В. И. Ленин, — никогда не бывало, нет и быть не может человеческого искания истины»<sup>1</sup>.

Со времени Дарвина эмоции делят на две группы: возбуждающие, или положительные, эмоции и эмоции отрицательные — угнетающие, подавляющие. Гнев, радость, половое влечение возбуждают человека, усиливают деятельность его органов, подстегивают его организм. Дарвин рассказывает про одного человека, который в состоя-

<sup>1</sup> В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 25, стр. 112.



нии крайнего утомления выдумывал несуществующие обиды, для того чтобы подкрепить себя и продолжать работу.

Напротив, беспокойство, горе, печаль, душевные огорчения, неприятности, отвращение, несчастья, страх подавляют человека, угнетают его психику. «Страждущий,— пишет Дарвин,— сидит неподвижно или тихо раскачивается, кровообращение становится вялым, дыхание замедляется, он испускает тяжелые вздохи... мышцы ослабевают, глаза тускнеют...». Закрепление эмоциональных реакций в процессе эволюционного развития показывает их огромное полезное для жизни организма значение.

Состояние организма при положительных эмоциях резко изменяется. В нем возникают своеобразные характерные сдвиги, работа отдельных органов перестраивается, усиливаются защитные приспособления, концентрируются все физические силы. Посмотрите на разъяренную кошку, встретившуюся с собакой. «Она припадает к земле,— пишет Дарвин,— и время от времени выдвигает передние лапы, причем когти выпущены и лапа готова к удару. Хвост вытянут и извивается из стороны в сторону. Уши плотно прижаты назад и зубы обнажены. Кошка издает тихое, свирепое рычание... При испуге кошки выпрямляются во весь рост и, как известно, смешным образом выгибают спину. Шерсть на всем теле, а особенно на хвосте, взъерошивается. Уши оттягиваются назад и зубы обнажаются».

Иначе выглядит в описании Дарвина собака «в свирепом или враждебном настроении. Она идет, выпрямившись во весь рост и очень напряженной походкой. Ее голова слегка откинута; хвост поднят кверху и совершенно неподвижен; шерсть становится дыбом, особенно вдоль шеи и спины, а глаза смотрят неподвижным взглядом. Когда она приготавливается броситься на врага с яростным рычанием, она оскаливает клыки, а уши плотно прижимаются к голове...»

В то же время, даже очень слабая степень страха у собаки выражается в поджатии хвоста между ногами. По-видимому, это не столько попытка защитить его, сколько часть общего усилия по возможности уменьшить поверхность тела, подвергающуюся опасности. В одной ассирийской записи, сделанной почти 5000 лет назад, сказано при описании потопа: «Боги, как псы с поджатыми хвостами, припали к земле».



Физиологическую основу эмоций и заложенных в их основе инстинктов (пищевой, оборонительный, половой и т. д.) составляют сложнейшие безусловные рефлексы, в значительной степени осуществляющиеся через подкорковые центры (рис. 45).

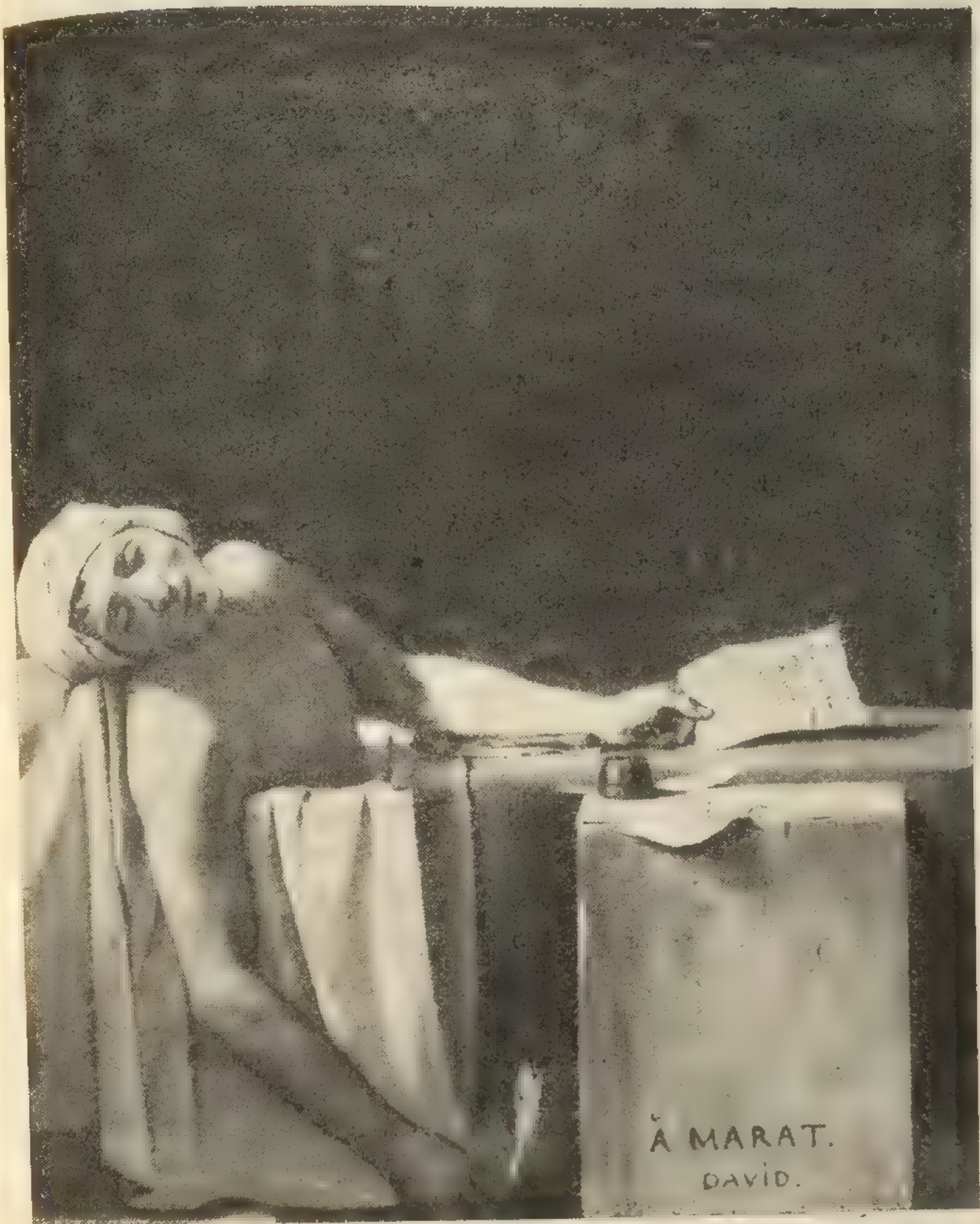
На Международном конгрессе физиологов в Токио в 1965 г. американский ученый Дельгадо показал любопытный фильм. Он вживлял электроды в различные отделы центральной нервной системы обезьян, кошек, крыс и даже быков. После этого с помощью небольшого радиопередатчика, прикрепленного к спине животного, в определенном ритме раздражались некоторые подкорковые образования мозга. Поведение животных полностью перестраивалось. Агрессивные становились кроткими, спокойные делались злобными и яростными. Обезьяны, живущие небольшой колонией, с ее своеобразными взаимоотношениями, резко меняли образ жизни. Вожак начинал как одержимый носиться по клетке, все сокрушая на своем пути, кошка равнодушно смотрела на приютившуюся у ее ног крысу, разъяренный бык покорно ложился перед торреадором.

Работы русских ученых, в первую очередь В. М. Бехтерева и И. П. Павлова, показали, что определенные эмоции возникают при возбуждении глубинных структур головного мозга. Уже давно отмечено, что животные, у которых, удалена кора головного мозга, отличаются необычайной агрессивностью и злобностью. Они легко приходят в ярость, бросаются на окружающих, пытаются их укусить. Даже легкое прикосновение вызывает у них бурную, аффективную реакцию.

В настоящее время принято считать, что ведущую роль в развитии эмоций играют элементы подбугорья (гипоталамуса) и лимбико-ретикулярной системы, объединяемые под названием круга Пейпеза. Однако гипоталамус, как утверждает американский физиолог Гелльгорн, не является центром эмоциональной жизни. Его роль в происхождении эмоциональных реакций обусловлена сложнейшими гипоталамо-гуморально-гормональными взаимоотношениями и многочисленными связями подбугорья со всеми отделами центральной и периферической нервной систем. Большой интерес представляет в этом плане роль миндалевидного ядра, которое способно, по-видимому, в определенных условиях усиливать или ослаблять эмоциональное напряжение.



и заложенных в  
тательный, половой  
словные рефлексы  
иеся через поджор  
иологов в Токио  
до показал любо  
различные отделы  
кошек, крыс и даже  
ного радиопередат  
го, в определенном  
овые образования  
тью перестраива  
т, спокойные дела  
живущие неболь  
имоотношениями.  
л как одержимый  
оем пути, кошка  
у ее ног крысу,  
торреадором.  
едь В. М. Бехте  
еленные эмоции  
уктур головного  
у которых, уда  
обычайной агрес  
ходят в ярость,  
укусить. Даже  
рную, аффектив  
ь, что ведущую  
подбугорья (ги  
темы, объединя  
ко гипоталамус,  
Гелльгорн, не  
его роль в про  
ловлена слож  
ными взаимо  
подбугорья со  
ской нервных  
ом плане роль  
по-видимому,  
ослаблять эмо



Д А В И Д. СМЕРТЬ МАРАТА



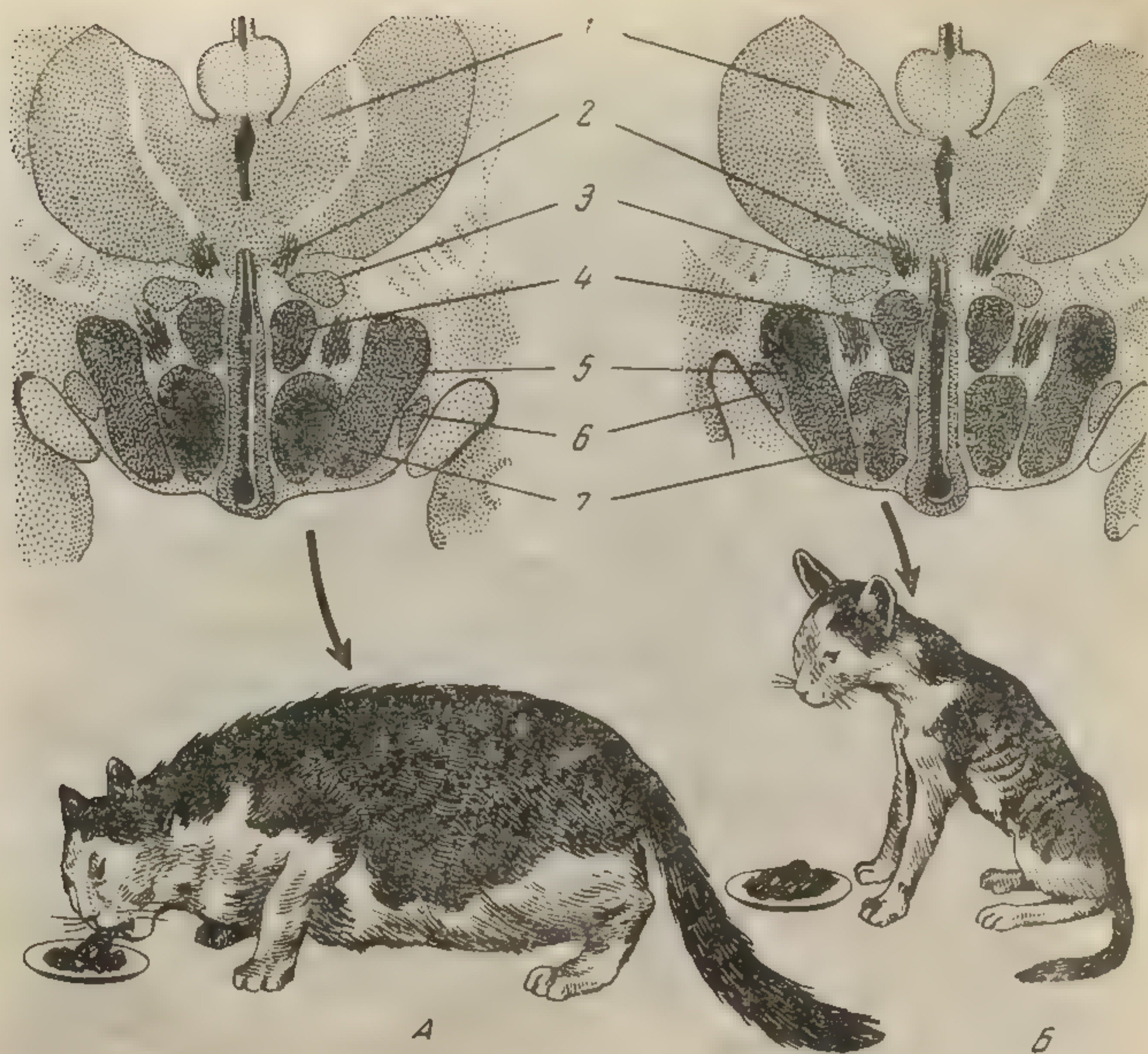


Рис. 45. Возникновение пищевых и эмоциональных реакций у животного при поражениях ядер подбугорья

1 — зрительный бугор; 2 — путь от зрительного бугра к подбугорью (перерезка); 3, 4 — участки подбугорья; 5 — наружное ядро подбугорья; 6 — супраоптическое ядро подбугорья; 7 — внутреннее ядро подбугорья. Поражение внутреннего ядра вызывает волчий аппетит и ярость, поражение наружного ядра — потерю аппетита и исхудание

Обращает на себя внимание, что при резко выраженных эмоциональных срывах, характерных для заболевания бешенством, наиболее выраженные изменения обнаруживаются в некоторых ядрах гипоталамуса и в гиппокампе. Важное значение для формирования эмоций имеет также влияние, которое оказывает гипоталамус на кору головного мозга, в особенности на ее лобные доли.

Исследования последних лет показывают, что ■ происхождении положительных и отрицательных эмоций (радость, воодушевление, предвкушение приятного, гнев, опасения, страх, беспокойство, тоска) существенную роль играет состояние адренергических и холинергических образований головного мозга, входящих в состав ретику-

этимой формирования.  
П. Б. Анохин утверждает,  
связаны в свою очередь с  
ствала мозга. а Геминг  
возвращенность связан  
центральных холинерг  
сы требуют уточнения  
Экспериментальны  
зали, что в тех случа  
головного мозга на п  
аффективная эмоц  
и животных во много  
лишенных коры, раз  
превращающее ручн  
ние это как бы подч  
нием подкорковых о  
может быть отнесен  
В психиатричес  
нередко наблюдать  
мозга. Как правило  
ностью и возбуди  
у них тоской, с  
весельем и т. д. На  
корковых узлов, п  
холью, развивается  
Регулируя и  
элементов, в част  
кора головного м  
проявление эмоц  
ия возбуждение  
и является для  
силы». Таким об  
возникают в ре  
коры головного  
(рис. 46).  
Условия соот  
туры, привычек  
ся каждому воз  
Проблема в  
альной литера  
ной жизнью  
как, например  
сятся к слож



лярной формации, зрительных бугров и подбугорья. П. К. Анохин утверждает, что отрицательные эмоции вовлекают в свою сферу действия адренергические элементы ствола мозга, а Гелльгорн считает, что депрессия, тоска, подавленность связаны с состоянием и деятельностью центральных холинергических структур. Все эти вопросы требуют уточнения.

Экспериментальные и клинические наблюдения показали, что в тех случаях, когда тормозящее влияние коры головного мозга на подкорковые элементы ослабевает — аффективная эмоциональная деятельность человека и животных во много раз усиливается. У собак и кошек, лишенных коры, развивается состояние «мнимой ярости», превращающее ручных животных в диких зверей. Название это как бы подчеркивает, что оно вызвано возбуждением подкорковых образований головного мозга и вряд ли может быть отнесено к категории «эмоций».

В психиатрических лечебных учреждениях можно нередко наблюдать больных с поражением коры головного мозга. Как правило, они отличаются крайней эмоциональностью и возбудимостью. Приступы гнева сменяются у них тоской, страхом, слезливостью, беспричинным весельем и т. д. Напротив, при глубоком поражении подкорковых узлов, вызванных, например, склерозом, опухолью, развивается эмоциональная тупость.

Регулируя и направляя деятельность подкорковых элементов, и частности зрительных бугров и подбугорья, кора головного мозга может ослабить или вовсе подавить проявление эмоциональной жизни человека. В то же время возбуждение, идущее с подкорки, тонизирует кору и является для нее, по выражению Павлова, «источником силы». Таким образом, эмоциональные реакции человека возникают в результате единой, целостной деятельности коры головного мозга и его подкорковых элементов (рис. 46).

Условия социального существования, воспитания, культуры, привычек не позволяют человеку пассивно отдаваться каждому возникшему влечению.

Проблема влечений или, как принято говорить в специальной литературе, мотивации тесно связана с эмоциональной жизнью человека. Низшие, примитивные мотивации, как, например, голод, жажда, половое возбуждение, относятся к сложным безусловным рефлексам. Они связаны с



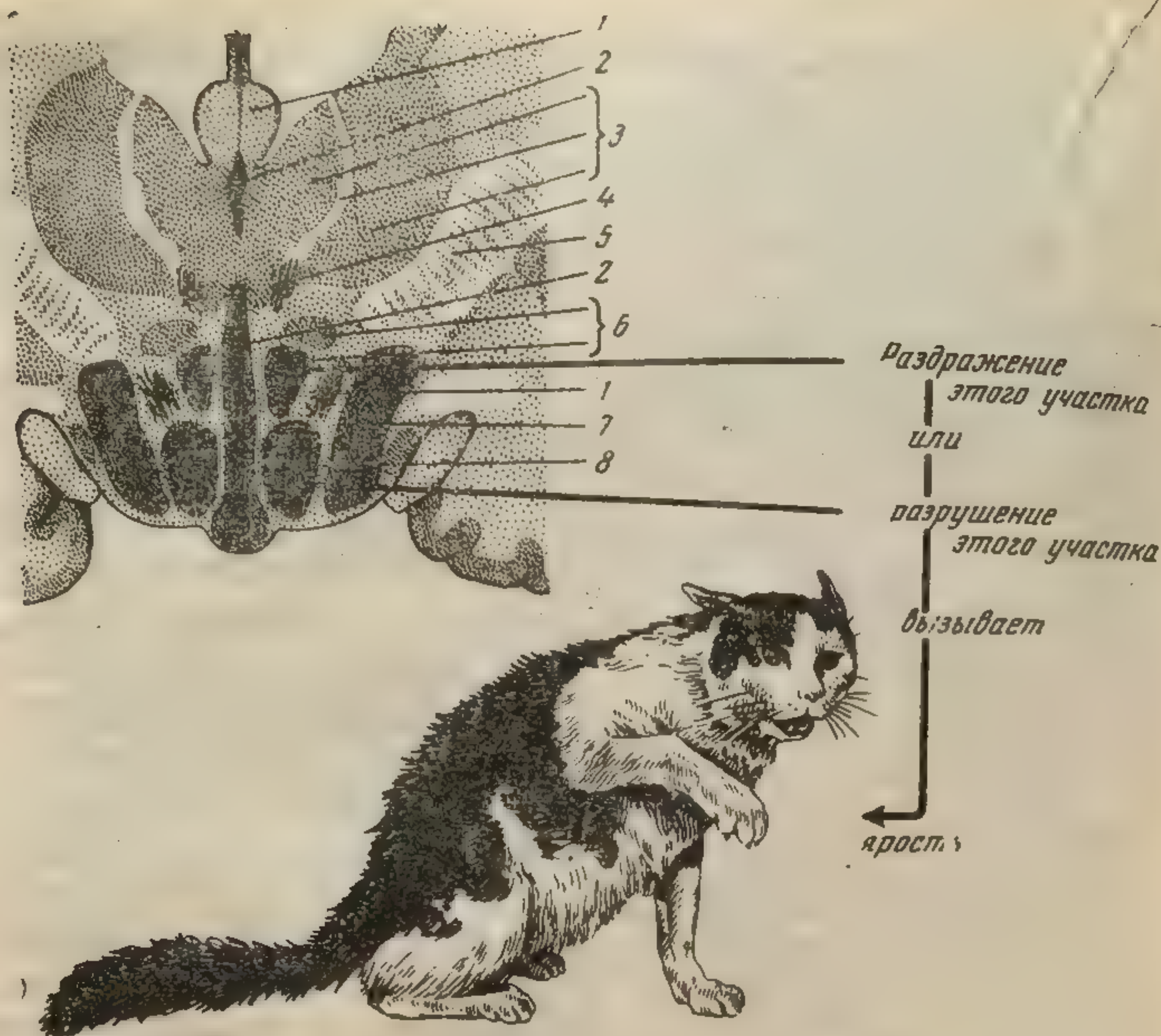


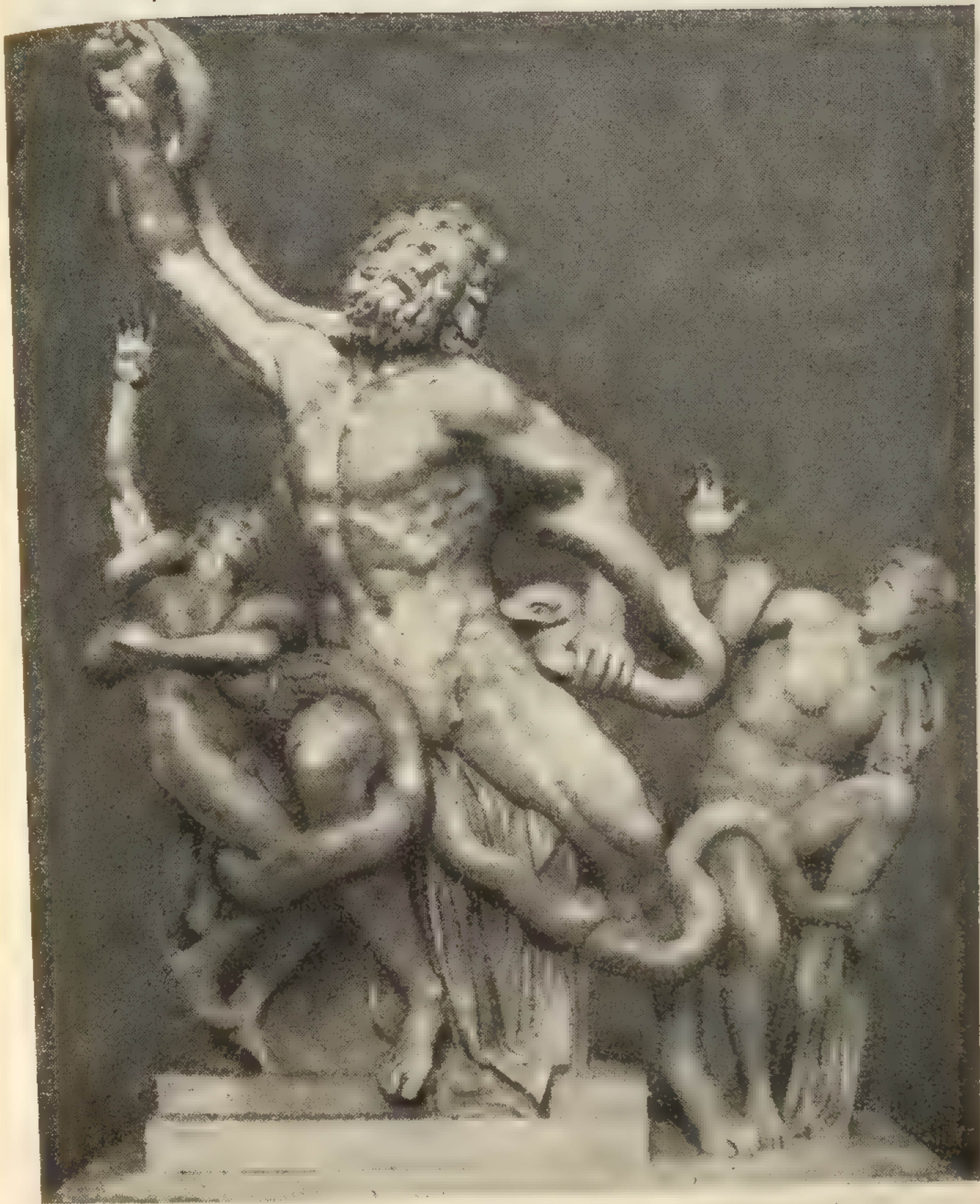
Рис. 46. Возникновение ярости у животного при раздражении или разрушении ядер подбугорья

1 — свод мозга; 2 — 3-й желудочек; 3 — зрительный бугор; 4 — путь от зрительного бугра к подбугорью (перерезка); 5 — внутренняя капсула мозга; 6 — ядра подбугорья; 7 — наружное ядро; 8 — внутреннее ядро

определенными сдвигами в составе и свойствах внутренней среды организма. К ним можно отнести и чувство страха при наличии действительной или кажущейся опасности, возникающее в ожидании боли, приближающейся катастрофы — физической или моральной. И животное, и человек стремятся в этих случаях уйти от опасности, спрятаться от нее. Страх — плохой советчик в преодолении трудностей.

Сила человеческого разума в умении регулировать и тормозить свои эмоции в соответствии с условиями той общественной среды, в которой он живет. История и повседневный опыт дают немало примеров преодоления боли, ужаса, ярости. В течение индивидуальной жизни люди приобретают ряд сложных (высших) мотиваций. Образование их связано с условнорефлекторной деятельностью





ЛАОКООН



п зависит от убеждений, нравственных и моральных установок. К ним относятся любовь, уважение к людям, дружба, мужество, героизм, чувство долга, принципиальность.

Влияние эмоций на поступки и поведение человека, роль эмоциональных реакций во взаимоотношениях людей, жизни общества, исторических событиях являлось и является постоянной темой научной и художественной литературы.

В состоянии эмоционального возбуждения люди способны на поступки, которые никогда не смогли бы совершить в нормальных условиях. Во время сражения бойцы часто не замечают ранений и не чувствуют боли. Спасаясь от погони, люди перепрыгивают через стены, препятствия, о преодолении которых не решались даже помыслить. Разъяренные болью слабосильные подчас обретают силу для дальнейшего сопротивления, а трусы становятся храбрецами.

Каждый охотник знает, как опасен легкораненый зверь. «Страх, — писал Дарвин, — вызывает полный, беспомощный упадок сил... Тем не менее даже крайний страх часто действует в первое время как могучее возбуждающее средство. Человек или животное, впавшие от ужаса в отчаяние, одарены удивительной силой и, как известно, в высшей степени опасны».

Описано немало случаев удивительного притупления болевой чувствительности при сильном эмоциональном возбуждении. Об этом писал великий русский хирург Н. И. Пирогов, рассказывали многие писатели, артисты, врачи. Совсем недавно хирург Барнард, прославившийся первой операцией пересадки сердца человеку, говорил, что во время операции не чувствовал постоянно мучивших его болей в пальцах, настолько был велик в эти минуты эмоциональный подъем.

Все эти наблюдения показывают, что наряду со способностью превращать подболевое ощущение в болевое кора головного мозга способна также подавлять, угнетать или даже снимать боль, превращая болевые ощущения в подболевые.

Эту способность коры подтвердил в оригинальном опыте советский ученый С. И. Франкштейн. У кошки на одной из задних лап было искусственно вызвано воспаление кожи и подкожной клетчатки. Через некоторое время животное перестало пользоваться больной конечностью. Оно держа-



до лапу в согнутом положении и при еде не опиралось на нее. Лапа отекала, была покрыта ранами. Каждое прикосновение к больной конечности вызывало у кошки резко выраженную оборонительную реакцию. Но вдруг перед кошкой пробегает мышь. И тотчас же животное принимает охотничью позу. Она прочно упирается больной конечностью и хватает добычу. Каждая попытка отобрать мышь вызывает энергичное сопротивление. При этом поврежденная лапа крепко прижата к полу. Болевая оборонительная реакция полностью отсутствует. Кора головного мозга кошки находится под влиянием нового доминантного очага возбуждения, который тормозит раздражение, поступающее из больной конечности. Болевое ощущение превратилось в подболевое. Вновь возникшая реакция на мышь тормозит реакцию на раздражение из поврежденной конечности, и кошка начинает пользоваться лапой, которая была исключена из деятельности организма.

Опыт подтверждает, что в коре происходит координация болевых раздражений, поступающих из разных периферических и центральных нервных образований, начиная с рецепторов и кончая высшими отделами центральной нервной системы. Вот почему при сильных душевных переживаниях мы нередко не замечаем боли. Становится понятной физиологическая сущность таких фактов, как продолжение боевых операций ранеными летчиками, бойцами, преодолевающими острую боль. Понятным становится поведение Джордано Бруно, который, стоя на костре, пел псалмы.

Любая эмоция является толчком к возникновению самых разнообразных вегетативных реакций. Хорошо известно, что внешний вид человека, находящегося в состоянии возбуждения или угнетения, почти всегда выдает его эмоциональное состояние. Изменение цвета кожных покровов, вызванное расширением или сужением сосудов, учащение или замедление сердцебиений, расширение зрачков, слезы, слюноотделение (отсюда и выражение: «брызжет слюной»), потоотделение («холодный пот»), произвольные движения, рыдания, судорожные выкрики и т. д. — все это давно известно, описано и не требует повторений.

Влияние различных эмоций на деятельность сердца и кровяное давление, дыхание и пищеварение, движение желудка и кишок, объем селезенки, число красных кровя-



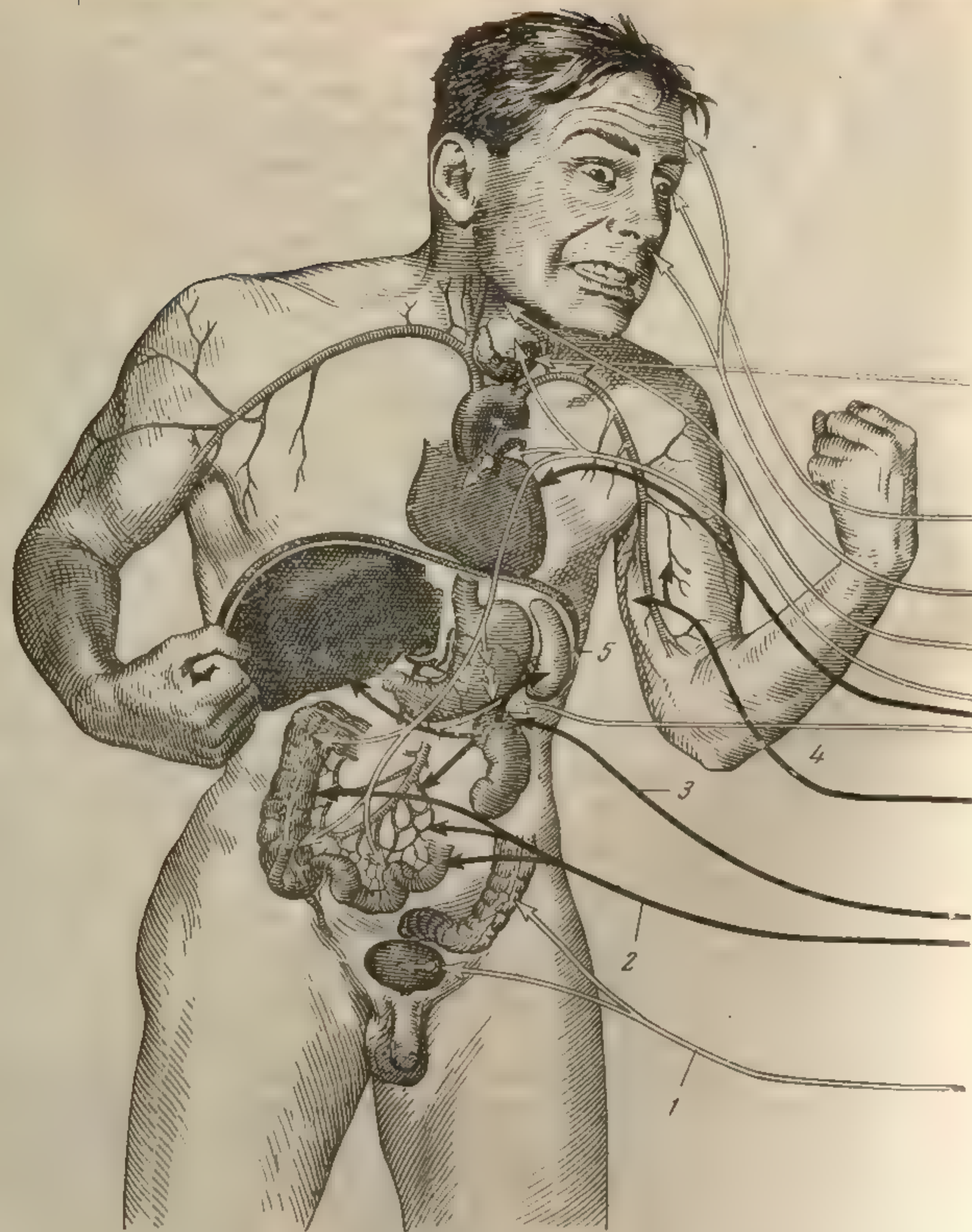
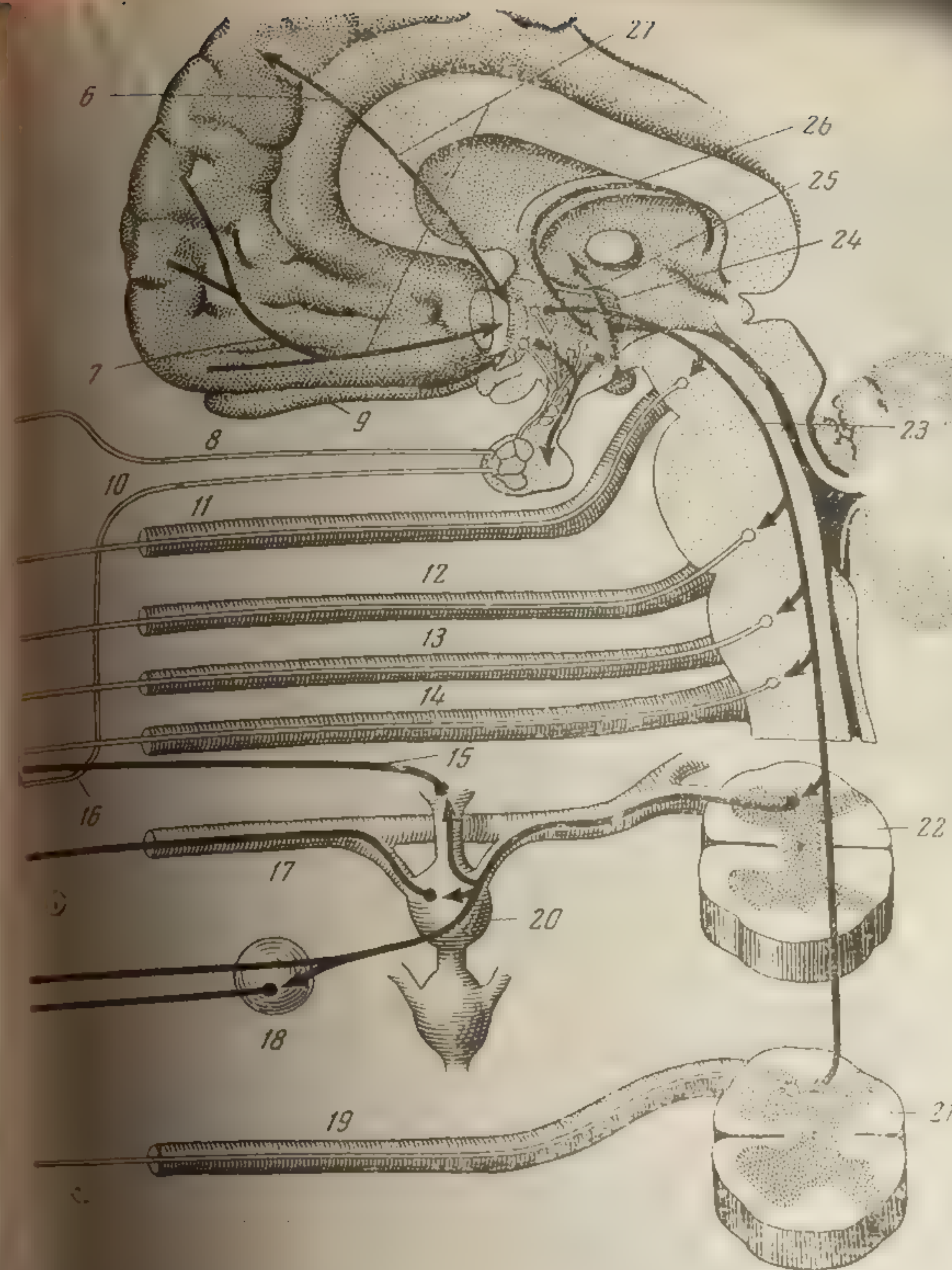


Рис. 47. Физиологические механизмы ярости. Швейцарский при резком эмоциональном возбуждении. В известной степени 1 — к толстой кишке и мочевому пузырю (опорожнение); 2 — к кисти надпочечников (выброс адреналина); 4 — к сосудам кожи (разрыв тромбоцитов); 6 — корково-подбугровый (гипоталамический) путь; 7 — адренокортикотропный гормон; 11 — импульсы к глазам; 12 — импульсы к носоглотке; 14 — блуждающий нерв, импульсы к сердцу и (стресс); 17 — двигательный спинномозговой нерв; 18 — нервный отдел спинного мозга; 22 — грудной отдел спинного мозга; путь от подбугорья к зрительным буграм; 26 — мозговой свод; 27 —

мозга



дожжик Неттер изобразил цепь нервных и гуморальных реакций же явления имеют место при сильных болевых раздражениях 11 — импульсы к глазам; 12 — импульсы к носоглотке; 14 — блуждающий нерв, импульсы к сердцу и (стресс); 17 — двигательный спинномозговой нерв; 18 — нервный отдел спинного мозга; 22 — грудной отдел спинного мозга; путь от подбугорья к зрительным буграм; 26 — мозговой свод; 27 —



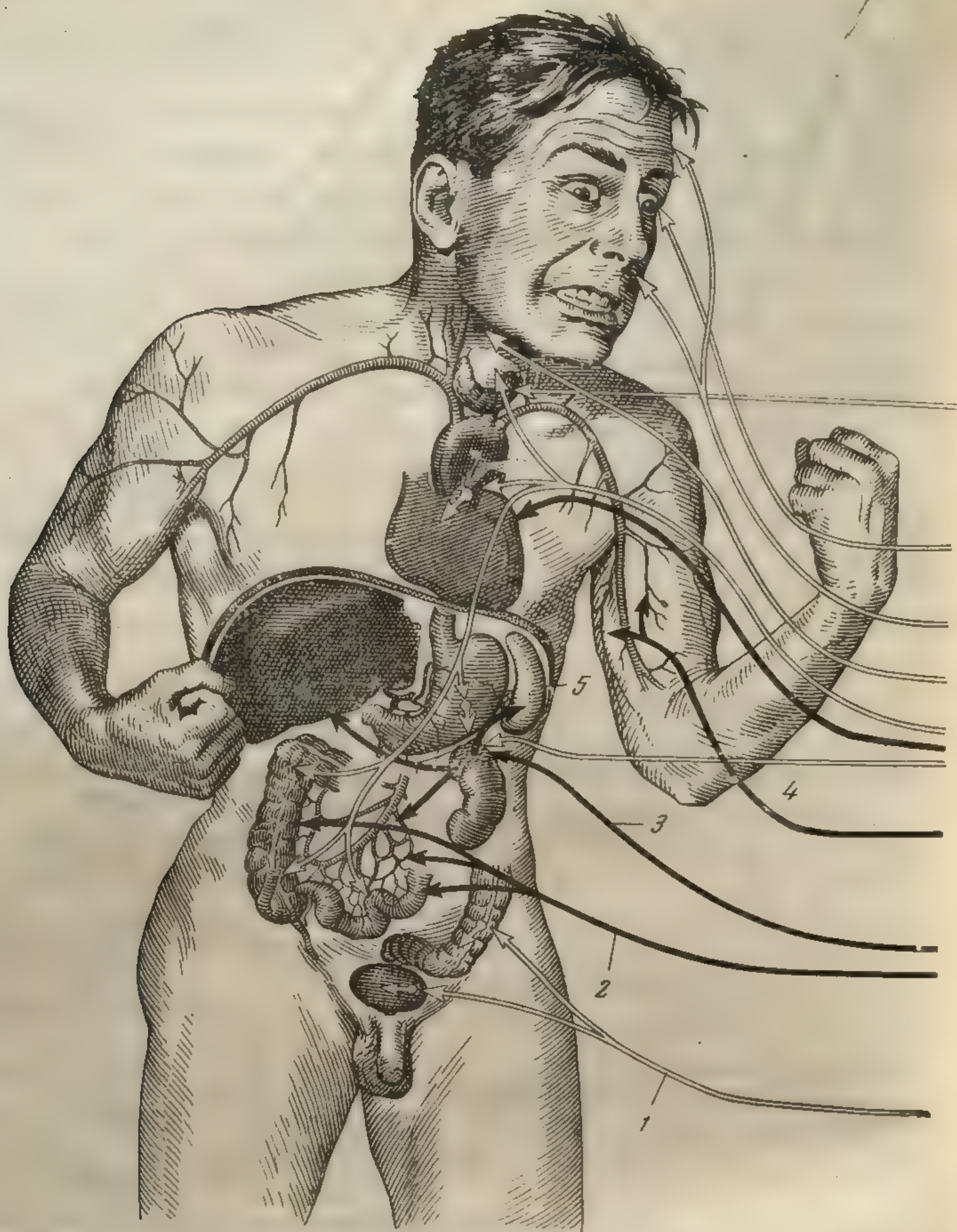
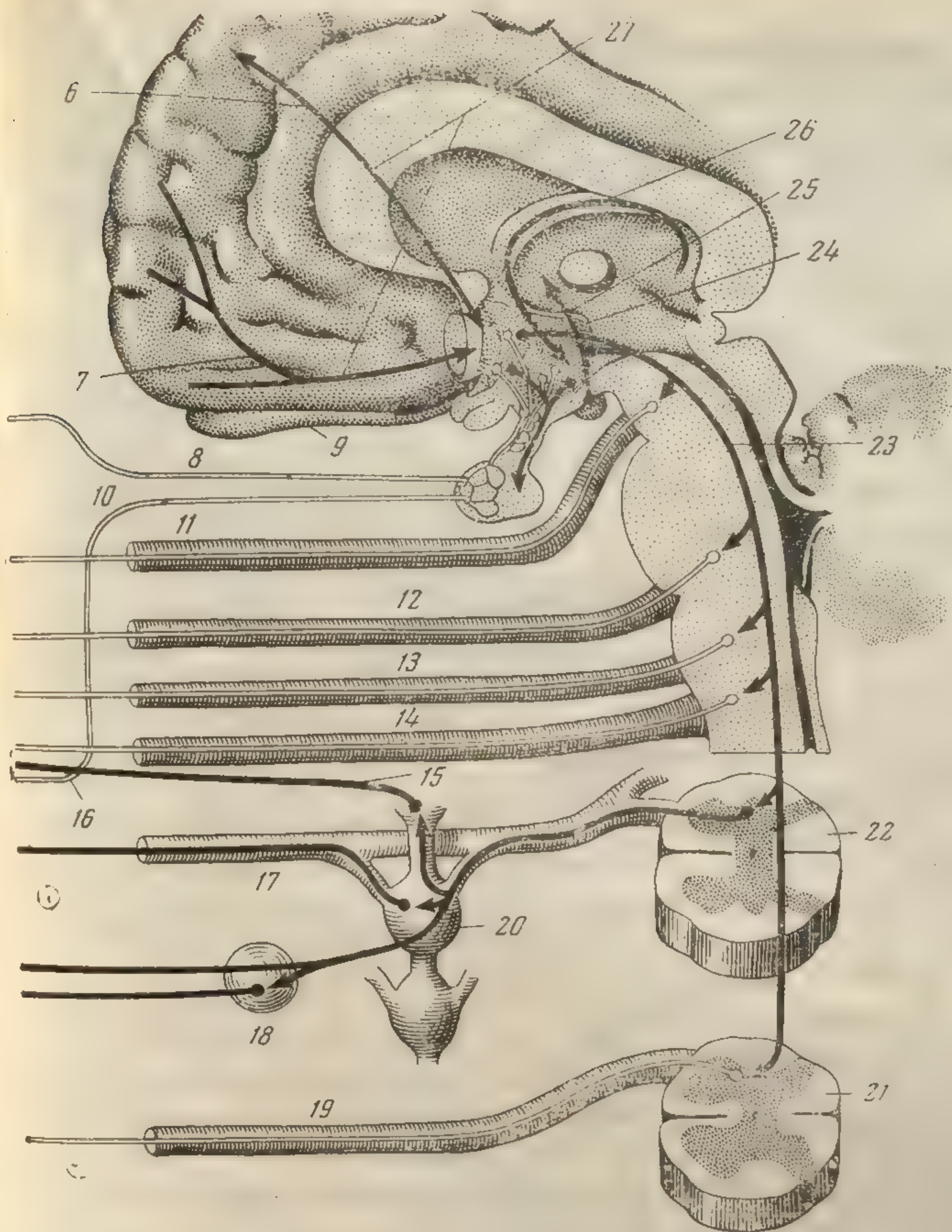


Рис. 47. Физиологические механизмы ярости. Швейцарский ху при резком эмоциональном возбуждении. В известной степени те 1 — к толстой кишке и мочевому пузырю (опорожнение); 2 — к кишеч- слою надпочечников (выброс адреналина); 4 — к сосудам кожи (расши- тромбоцитов); 6 — корково-подбугровый (гипоталамический) путь; 7—лоб- пульсы к носоглотке; 14 — блуждающий нерв, импульсы к сердцу и гор- (стресс); 17 — двигательный спинномозговой нерв; 18 — нервный узел; цовый отдел спинного мозга; 22 — грудной отдел спинного мозга; 23 — путь от подбугорья к зрительным буграм; 26 — мозговой свод; 27 — рас- мозга

Дождик Неттер изобрел же явления имеют м нику (торможение) и рение) и мышц (суже ные доли мозга; 8 — ти нерва, импульсы к мыш гани; 15 — импульсы 19 — парасимпатический пути из подбугорья в с пространение возбужде





дожник Неттер изобразил цепь нервных и гуморальных реакций же явления имеют место при сильных болевых раздражениях нику (торможение) и кровеносным сосудам (сужение); 3 — к мозговому рение) и мышц (сужение); 5 — сокращение селезенки (выход в кровь ные доли мозга; 8 — тиреотропный гормон; 9 — обонятельный мозг; 10 — нерв, импульсы в мышцам лица и сосудам мозговых оболочек; 13 — им- гани; 15 — импульсы к сердцу; 16 — адренокортикотропный гормон 19 — парасимпатический нерв; 20 — симпатическая цепочка; 21 — крест- 25 — пути из подбугорья в спинной мозг; 24 — подбугорье (гипоталамус); 25 — пространство возбуждения из ведущего очага ярости к коре головного



ных телец, лейкоцитозов и т. д. представлено на рис. 47. Ярость — одна из наиболее выраженных и наименее контролируемых эмоций человека.

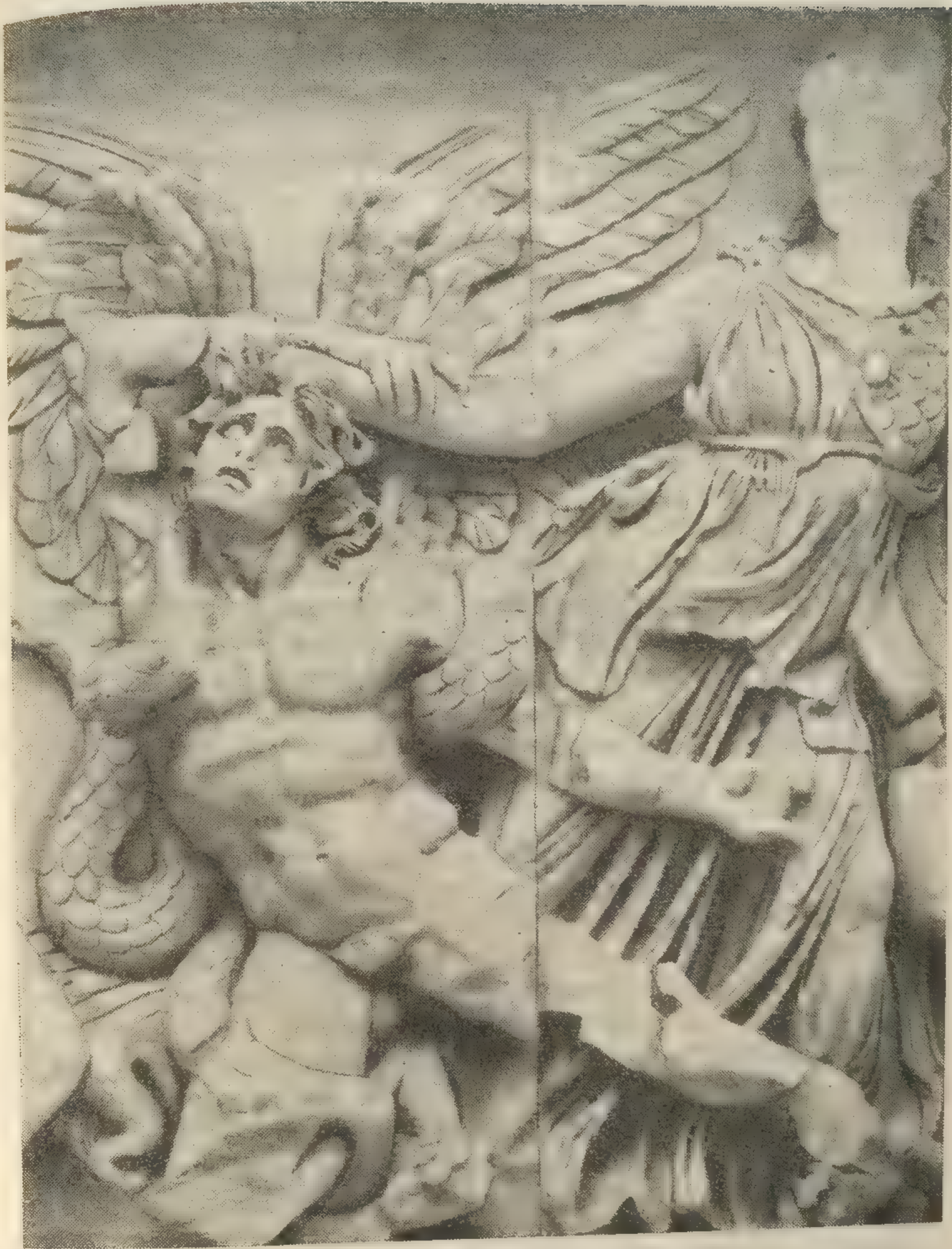
Центром, средоточием этих вегетативно-эндокринных реакций является подбугорье. Здесь сказывается его ведущая роль в осуществлении эмоциональных, и частности болевых, эффектов.

Об эмоциональном восприятии болевого ощущения написано много. Начнем с парадокса. Боль за редкими исключениями расценивается как отрицательная эмоция. Но устранение боли, прекращение мучительного болевого ощущения относится к положительным человеческим переживаниям. Чувство боли испытывают все животные, но оно у них не имеет столь выраженного, осмысленного характера, как у человека.

В физиологических лабораториях не раз приходится наблюдать боль у подопытных животных. Работа физиолога неизбежно требует вивисекции, т. е. рассечения живого организма. Основные законы физиологии были открыты в лабораториях. Немалое число человеческих жизней спасено именно потому, что опыты на животных дали возможность изучать поведение живого существа при разнообразных физиологических и патологических состояниях.

В экспериментальной лаборатории боль почти обязательна, хотя каждый настоящий ученый делает все возможное, чтобы избежать ненужной боли, успокоить, смягчить, а если это возможно, полностью снять болевое чувство. В речи, прочитанной на торжественном заседании Общества русских врачей в 1899 г., И. П. Павлов сказал: «Вам (т. е. русским врачам. — Г. К.) надлежит распространять среди публики мысль о неизбежной необходимости, о первостепенной важности в медицине животного эксперимента. Вы должны объяснить окружающим вас, что чем полнее будет проведен опыт на животных, тем менее часто больным придется быть в положении опытных объектов, со всеми печальными последствиями этого. Приведите им хоть такой пример: если бы в свое время было больше сделано опытов с вырезанием щитовидной железы у животных, то не было бы несчастных опытов над людьми, которым вырезали ради операции зоба дочиста щитовидную железу и которые вследствие этого впадали в ненормальный кретинизм... Не говорит ли и закон природы...





ПЕРГАМСКИЙ АЛТАРЬ  
(фрагмент)



о том, что животные созданы на службу человеку, лишь бы не было ненужного и бесполезного мучительства их»<sup>1</sup>.

На памятнике, воздвигнутом «неизвестной собаке», великий физиолог приказал написать: «Пусть собака, помощница и друг человека с доисторических времен, приносится в жертву науке, но наше достоинство обязывает нас, чтобы это происходило непременно и всегда без ненужного мучительства». В связи с этим интересно вспомнить, что еще в 1893 г. И. П. Павлов опубликовал в «Вестнике Российского общества покровительства животным» экспериментальную работу «Мнение по вопросу о наилучшем и менее мучительном способе убоя скота». В России практиковался в то время особый способ убоя скота. Животному вкалывался в спинной мозг стилет, и когда оно падало на землю, рабочий вонзал кинжал в область верхнего отверстия грудной клетки. Тщательно изучив этот метод убоя, И. П. Павлов пришел к выводу, что при этом «способе убоя потеря сознания и чувство боли могли произойти некоторое время спустя после вонзания кинжала в нижнюю часть шеи, т. е. путем кровопускания. Следовательно, укол в мозг является только приемом повала, крайне жестоким и совсем ненужным»<sup>2</sup>.

И. П. Павлов считал, что укол в мозг раздражает твердую мозговую оболочку и травмирует задние чувствительные корешки, что в свою очередь вызывает у животного сильную боль. Вонзание кинжала в грудную клетку создает новое болевое раздражение, посылаемое по блуждающему нерву в головной мозг.

В настоящее время уже ни у кого не возникает сомнения, что животные испытывают боль, но они не в состоянии выразить ее словами, сообщить о ее местоположении, характере, интенсивности. Чарльз Дарвин в своей книге «О выражении душевных движений у человека и животных» дает классическое описание боли у различных животных: «Когда животные страдают от сильной боли, они обыкновенно корчатся в ужасных конвульсиях. Способные кричать издают отчаянные крики или стоны. Почти все мышцы тела приходят в энергичное действие... Сказано,

<sup>1</sup> И. П. Павлов. Современное объединение в эксперименте главнейших сторон медицины на примере пищеварения. Полн. собр. соч., т. II, вып. 2, Изд-во АН СССР, 1951, стр. 282—283.

<sup>2</sup> И. П. Павлов. Мнение по вопросу о наилучшем и менее чувствительном способе убоя скота. Полн. собр. соч., т. II, вып. 1, стр. 243.



что в аду происходит «скрежет зубовный», я явственно слышал, как скрежетала коренными зубами корова, жестоко страдающая от воспаления легких. Самка гиппопотама в зоологическом саду, производя на свет детеныша, очень страдала; она все время ходила кругом или каталась с бока на бок, раскрывая и смыкая челюсти и стуча зубами... Мучительная боль выражается у собак почти так же, как у большинства других животных, а именно воем, извиванием и судорогами всего тела».

Дарвин рассказывает далее, что животные при сильной боли покрываются каплями пота. Так, например, лошади и коровы при физических страданиях сильно потеют. Самка гиппопотама, о которой говорилось выше, была покрыта потом красного цвета. Каково же выражение болевых эмоций у человека?

На первом месте здесь следует поставить характерные движения лицевых мышц у людей, испытывающих радость или горе, удовольствие или боль. Мимика человека необычайно богата и многообразна. Она сразу позволяет определить его настроение, состояние, влечение.

Художники и скульпторы разных стран, различных эпох и народов пытались увековечить на полотнах, в мраморе, граните, бронзе терзающую человека боль. Однако в большинстве случаев это было не столько изображение боли, сколько аффекта, страдания, горя, слез.

Пергамский фриз — память о драматической битве богов и гигантов хранит эпизод гибели прекрасного четырехкрылого гиганта Алкионея, которого Афина пытается оторвать от матери-земли. Питон, неразлучный спутник богини, обвился вокруг его торса и впился в грудь. Все мышцы гиганта напряжены, голова запрокинута в нестерпимой муке, широко раскрытые, глубоко посаженные глаза полны страдания. Тщетно мать его — богиня земли Гея молит Афину о пощаде.

Скульптурная группа гибели Лаокоона и его двух сыновей, задушенных огромными змеями, посланными Аполлоном, сохранилась в веках как образ невыносимого страдания физического и душевного. Змея жалит Лаокоона в бедро, и мышцы его живота с подчеркнутой наглядностью сокращаются от острой боли; все тело его напряжено в неравной борьбе с неотвратимой смертью.

Великого испанского художника Хусепе Рибера всегда привлекала тема человеческих страданий. В его картинах



«Мученичество святого Варфоломея» в удивительной гармонии сочетались великие муки и побеждающие их силы. «Смерть Марата» Давида, «Раненый кирасир» Жерико, «Резня в Хиосе» Делакруа по-разному, в разных аспектах показывают тончайшие оттенки страдания и боли, где уже стирается граница между физическими и душевными муками.

Здесь соприкасаются и расходятся наука и искусство. Художник всеми своими чувствами воспринимает лицо и тело страдающего человека. Он проникает в его душевный мир и отображает его с помощью кисти и красок, резца и долота. Физиолог идет дальше: он видит процессы, протекающие внутри организма, постигает их интимные механизмы.

Подбугорье, с которым тесно связаны эмоции, оказывает сильнейшее влияние на ядра лицевого нерва, управляющего лицевой мускулатурой. Резкое сокращение надбровных и лобных мышц создает то классическое выражение боли, которое нам известно еще с древнейших времен. Посмотрите на лицо Лаокоона, изнемогающего в борьбе со змеями; Ниобы, оплакивающей своих детей; гиганта из Пергамы, молящего мать Гею о помощи, — и вы увидите особое, страдальческое выражение, которое невольно вызывает сочувствие и жалость. При этом брови у страдальца принимают несколько приподнятое внутри положение и между ними образуется глубокая вертикальная складка, на лбу появляются морщины, мышцы над глазами слегка подергиваются. Иногда это легкое дрожание надбровных мышц — единственный признак затаенной боли. Если одновременно судорожно сокращается наружный край надбровной мышцы и брови в височной части опускаются, то возникает то неопишуемое выражение страдания, которое запечатлели родосские скульпторы Агесандр Афинодор и Полидор в лице Лаокоона.

При сильных болях нижняя губа прикушена, верхняя плотно прижата к десне, зрачки расширены. Прикусывание губы — наиболее характерный признак подавляемых болей; при этом нередко слегка растягивается рот и судорожно сокращаются мышцы век. Сильные длительные боли вызывают своеобразные изменения мимики, лицевые мускулы то сокращаются, то расслабляются. Глаза и рот меняют выражение в зависимости от усиления или ослабления болей; иногда рот перекошен, глаза плотно закрыты.





ДЕЛАКРУА. РЕЗНЯ В ХИОСЕ  
(фрагмент картины)



Постепенно в страдания вовлекаются мышцы всего тела. Человек не находит себе места. Он делает ненужные движения, не знает, как превозмочь боль, какое положение придать телу. И вдруг, когда страдание становится невыносимым, мышцы сразу расслабляются, сердце начинает едва биться, лицо бледнеет и наступает особое состояние слабости и подавленности, когда организм уже не в состоянии отвечать на боль. Сильная боль приводит вскоре к крайнему снижению или упадку сил, но вначале она возбуждает организм человека, подстегивает его, вызывает усиление всех его функций.

Острая боль сопровождается обычно криком, который является результатом судорожного сокращения дыхательных мышц. Крик возник из первоначального резкого движения — выдоха. Он сделался сигналом об опасности, призывом к помощи, превратился отчасти в орудие защиты, так как мог испугать нападающего.

От боли кричат почти все животные, даже самые молчаливые. Никогда не приходится слышать, чтобы кролики в обычных условиях издавали какие-нибудь громкие звуки, но во время физиологических опытов они иногда начинают кричать. Дарвин рассказывает, что лошади при нападении волков издают громкие и своеобразные крики отчаяния.

Как образно выразился один ученый, первый крик боли, раздавшийся в первобытных джунглях, был в то же время первой мольбой о медицинской помощи.

Некоторые физиологи пытались объяснить крик самозащитой организма. Они утверждали (быть может, не без основания), что крик, и притом длительный, характерный для боли, является помимо всего прочего болеутоляющим средством. Он облегчает и успокаивает болевое ощущение отчасти еще потому, что способствует накоплению углекислоты в крови. По-видимому, избыток углекислоты в какой-то (вероятно, очень незначительной) степени действует наподобие наркоза, оглушает мозг, успокаивает его, притупляет болевую чувствительность.

После сильного, долго не прекращающегося крика кожа головы, а также лицо и глаза обычно краснеют, в связи с тем что обратный отток крови от головы был задержан вследствие бурного и резкого выдыхания и обильного истечения слез.

Люди, в отличие от животных, плачут. Эта способность человека ставит его в особое положение по сравнению со



всеми другими живыми существами, населяющими землю. Известно немало рассказов о плачущих кошках, собаках, лошадях и обезьянах. Но все они относятся больше к области литературных домыслов, чем науки. Способность выражать свои чувства плачем возникла у человека, как думает Дарвин, уже после того как он оторвался от человекоподобных обезьян.

Существует определенное различие между слезами, капающими из глаз, и плачем. Слезы отделяются почти у всех видов животных, начиная с амфибий. Плачет же только человек. Любопытнее всего, что проблема плача, столь тесно связанная со всей нашей психической жизнью, почти совсем не изучена. Люди плачут от радости, горя и боли, плачут при наслаждении. Некоторые заболевания центральной нервной системы сопровождаются плачем. И в то же время как мало мы знаем о механизме плача! Еще в 1963 г. швейцарский офтальмолог Ринтелен признавался, что ничего не может сказать о физиологическом значении плача. Известно только, что в возникновении плача важную роль играет вегетативная нервная система, в первую очередь ее парасимпатический отдел. В головном мозгу существуют три взаимосвязанных центра плача: высший корковый, промежуточный в ретикулярной формации и исполнительный в области Варолиева моста.

Каждый по личному опыту знает, что боль нередко сопровождается плачем. Надо полагать, что это не только эмоциональный, вызванный возбуждением коры головного мозга, аффективный плач. Вероятно, плач, вызванный болью, имеет сложное происхождение и задача его — чем-то облегчить болевое страдание.

В самом раннем возрасте дети не плачут ни от боли, ни от огорчения. Слезы начинают скатываться по щекам только тогда, когда возраст ребенка достигает двух-трех месяцев. Зато в дальнейшей своей жизни дети и взрослые нередко плачут. Впрочем, слезы у людей, вышедших из детского возраста, принято считать признаком слабости и отсутствия мужества.

Слезы в сочетании с продолжительными выдыханиями и короткими судорожными вдохами, вскрикиваниями и стонами дают картину рыдания. Дарвин утверждает, что он наблюдал рыдающего ребенка, когда тому было 138 дней; до этого возраста дети никогда не рыдают.



Плач, по мнению Дарвина, является результатом того, что дети, когда они голодны или испытывают какое бы то ни было страдание, громко кричат, подобно детенышам большинства других животных, призывая родителей на помощь, а отчасти потому, что всякое усилие служит им облегчением. Продолжительный крик неизбежно ведет к переполнению кровеносных сосудов глаза, что сначала сознательно, а потом вследствие привычки приводит к сокращению мышц вокруг глаза для защиты их. При этом рефлекторно раздражаются и возбуждаются слезные железы. Опыт бесконечного числа поколений связывает страдание с отделением слез, в результате чего образуется условнорефлекторная связь. Человек кричит, стонет, плачет, для того чтобы облегчить боль, а отчасти и успокоить, отвлечь, затормозить высшие нервные центры головного мозга.

фа

История борьбы  
ми в глубь веков,  
к древним мифам  
ошибок, неудач, сл  
лигиозных предр  
сражение человек  
ние о хирургическ  
ранилось по всему  
фанатизм, невеже  
метились контури  
подошла к решен  
боливания — к р  
Вопреки шир  
вание — это вове  
анатомических  
От чувства боли  
как нельзя без у  
ха, обоняния, ос  
вость человека  
чувств. Какова  
вания, т. е. иск  
сигнала опаснос  
го врага, способ  
но и до смерти?  
ощущения, полу  
смягчать или сни  
потеряло свой биз  
врачом не только  
ткани или, законч  
зату, а потом обсл



## Фармакология боли

История борьбы человека с болью уходит своими корнями в глубь веков, к эпосу героических сказаний прошлого, к древним мифам и полузабытым преданиям. По пути ошибок, неудач, случайных наблюдений, мистических и религиозных предрассудков и величайших открытий шло сражение человека с болью. И лишь в XIX веке, когда учение о хирургическом обезболивании с триумфом распространилось по всему земному шару, сметая противодействие, фанатизм, невежество, косность, традиции и привычки, намечились контуры полной победы над болью и медицина подошла к решению самой трудной задачи проблемы обезбоживания — к регулированию болевого восприятия.

Вопреки широко распространенному мнению обезбоживание — это вовсе не уничтожение одной из важнейших анатомических и физиологических систем в организме. От чувства боли нельзя безнаказанно освободиться, так же как нельзя без ущерба для здоровья лишиться зрения, слуха, обоняния, осязания, вкуса. Нормальная жизнедеятельность человека и животных требует сохранности всех чувств. Какова же в таком случае конечная цель обезбоживания, т. е. искусственного устранения боли, если она из сигнала опасности превратилась в жестокого, изнуряющего врага, способного довести человека не только до болезни, но и до смерти? Цель эта научиться регулировать болевые ощущения, получить возможность управлять ими, смягчать или снимать боли, если их сигнальное значение потеряло свой биологический смысл. Цель эта стоит перед врачом не только в ту минуту, когда он рассекает живые ткани или, закончив операцию, отправляет больного в палату, а потом обследует его, перевязывает, снимает швы.



Она стоит перед ним, когда больной корчится от почечной или печеночной колики, страдает или стонет от мышечных судорог, язвенных или раковых болей, приступов стенокардии.

Обезболивание часто смешивают с анестезией, т. е. общей потерей чувствительности. При определенных воздействиях на организм можно потерять чувствительность к прикосновению, теплу, холоду, но сохранить ее по отношению к боли. Правильнее говорить об аналгезии, о потере болевой чувствительности. К решению этой задачи ведут многие пути. Современная фармакология дает возможность выключить нервные окончания и сделать их нечувствительными к сверхсильным раздражениям. Можно заблокировать нервные стволы, по которым передается информация в центральную нервную систему. Известны методы, позволяющие прервать поток импульсов в спинном и продолговатом мозгу. Удастся задержать формирование болевого ощущения в ретикулярной формации, лимбической системе, зрительных буграх. Наконец, существует много способов погасить сознание и тем самым приостановить превращение болевого раздражения в чувство боли.

В течение всей истории человечества борьба с болью шла с переменным успехом на разных фронтах, но впервые добилось победы хирургическое обезболивание. Методы снятия боли при оперативных вмешательствах еще с прошлого века принято делить на две группы. Одна — это общее обезболивание, наркоз. Другая получила не совсем точное название местной анестезии. Оба метода безотказно служат большой и малой хирургии, но мало пригодны, а иногда и вовсе непригодны при висцеральных, мышечных, костных и многих других нехирургических болях.

В настоящее время химия и фармакология снабдили медицину огромным количеством облегчающих боль средств. В практику аналгезии прочно вошли также различные физиотерапевтические воздействия, как, например, инфракрасные, ультракороткие, ультрафиолетовые, Рентгеновы лучи, под влиянием которых болевое ощущение во многих случаях облегчается или притупляется. Наконец, блистательного расцвета достигла хирургия боли.

Современный  
чем он мог об эт  
стоянно приходи  
которыми он не  
рым медицинск  
тельного успоко  
ной, удвоенной  
мгновенно снять  
сообщения о нов  
тах, как правило  
дится к относите  
или смягчению  
бить. Целый арс  
нашем распоря  
ществ ведутся  
тают в этой обл  
Всесоюзном сим  
ставили немало  
вия веществ, с  
ты В. В. Закус  
А. К. Сангайло  
проблеме обезбо  
В борьбе с б  
области медиц  
оценимую помо  
ние химических  
образом на вы  
кируют переда  
ских нейронах  
повышенной в  
относятся слож  
особенностями  
торы), другие  
(невролептики  
ние (психотро  
Следует им  
да затруднены  
го действия л  
ние на психи  
что ему «ст



## Болеутоляющие средства

Современный врач вооружен в борьбе с болью лучше, чем он мог об этом когда-либо мечтать. И все же ему постоянно приходится сталкиваться с болями, справиться с которыми он не может; встречаются также больные, которым медицинская наука бессильна помочь. После незначительного успокоения боли у них возобновляются с ужасной, удвоенной силой. Не существует средства, способного мгновенно снять любое болевое ощущение. Сенсационные сообщения о новых всемогущих противоболевых препаратах, как правило, преувеличены. Большей частью все сводится к относительному, кратковременному обезболиванию или смягчению боли. Боль можно облегчить, можно ослабить. Целый арсенал успокаивающих средств находится в нашем распоряжении. Поиски новых обезболивающих веществ ведутся во всем мире. Упорно и плодотворно работают в этой области и наши советские фармакологи. На Всесоюзном симпозиуме в Свердловске (1967 г.) они представили немало интересных сообщений о механике действия веществ, снимающих или успокаивающих боль. Работы В. В. Закусова, А. В. Вальдмана, М. Д. Машковского, А. К. Сангайло и других позволили по-новому подойти к проблеме обезбоживания.

В борьбе с болью важную роль сыграло развитие новой области медицинских знаний — психофармакологии. Неоценимую помощь оказало науке обезбоживания применение химических соединений, которые влияют определенным образом на высшую нервную деятельность человека, блокируют передачу импульсов в центральных и периферических нейронах, успокаивают, снимают состояние тревоги, повышенной возбудимости и т. д. К числу этих веществ относятся сложные препараты с различными свойствами и особенностями. Одни из них успокаивают (транквилизаторы), другие регулируют деятельность нервных структур (невролептики), третьи снимают депрессию или возбуждение (психотропные вещества) и т. д.

Следует иметь в виду, что исследования на людях всегда затруднены. Помимо непосредственного противоболевого действия любой препарат оказывает несомненное влияние на психику испытуемого, которому можно внушить, что ему «стало легче», что «боль не столь мучительна».



Исследователь вынужден считаться с субъективным восприятием болевого ощущения. В то же время наука не может пройти мимо невольного, подсознательного желания исследователя добиться положительного результата.

Опыты на животном ставятся проще. Определяется порог болевого ощущения любым из описанных в главе методов, затем вводится рассчитанная доза исследуемого вещества и порог болевого ощущения определяется вторично. Объективно регистрируемое повышение порога всегда является показателем эффективности противоболевого препарата. Несовпадение результатов в разных лабораториях большей частью связано с применением различных методов болевого раздражения или недостатками учета результатов.

Для решения вопроса об истинном или мнимом эффекте действия нового противоболевого аппарата приходится прибегать к сложным и тонким контрольным исследованиям. Здесь на помощь приходит «плацебо», или фиктивное средство («пустышка»), которое само по себе не способно снять болевое ощущение и обладает лишь психотерапевтическим действием («слепой опыт»).

Понятие о «плацебо» впервые появилось в английском медицинском словаре Хупера, изданном в 1811 г. Так называли индифферентное для организма вещество, которое дается больному, чтобы доставить ему удовольствие и создать видимость лечения. Название «плацебо» происходит от латинского слова «нравиться» и отражает распространенное в начале XIX века мнение, что лечение доставляет больше удовольствия, чем пользы. Несколько неожиданно для исследователей опыты с «плацебо» превратились в один из важнейших разделов учения об обезболивании. Оказалось, что в значительном числе случаев совершенно безразличные для организма вещества снимают или во всяком случае значительно облегчают тяжелые болевые ощущения.

Американский ученый Бичер собрал большую литературу о действии «плацебо» при различных болях. Его данные во многих отношениях весьма показательны. Больным с разнообразными болевыми синдромами давали порошки соды, лактозы, поваренной соли. Разумеется, испытуемые предполагали, что получают сильнодействующие противоболевые препараты. У 33—39% больных с тяжелыми послеоперационными болями, 38% больных с груд-

ной жабой, 52% лиц, болевших морфоме болей и улучшении исследования, proving что у 35,2% из них пытуемых отмечалась рту, тошнота, слезы и т. д. Все эти явления рентных порошков.

Большинство из вых болеутоляющих разных комбинаций «цебо», другой — препарат часто меняется. Д компонента рекомпой опыт». Больные лекарственный препарат, ни медицинские не знают, что соданы, и ключ к успеху.

Число новых препаратов, растет из исследований в сы, протекающих периферической и том воздействия кие и серотонин.

Чаще всего п веществ:

1) морфин и относятся петида изопромедел;

2) противоболюты, прозалонагин, бутадиян,

3) различные параты, способ торможения нервной сисаппарате. Этсоединения

13 г. Н. Касси



ной жабой, 52% лиц, страдающих головными болями, 58% лиц, болевших морской болезнью, наблюдалось исчезновение болей и улучшение общего самочувствия. В среднем исследования, проведенные на 1082 испытуемых, показали, что у 35,2% из них препараты «плацебо» весьма эффективно снимали боли. Более того, у значительного числа испытуемых отмечались «токсические» явления — сухость во рту, тошнота, слабость, головокружение, утомляемость и т. д. Все эти явления сопутствовали приему индифферентных порошков или таблеток.

Большинство исследователей, изучающих действие новых болеутоляющих препаратов, назначает «плацебо» в разных комбинациях. Одной группе больных дают «плацебо», другой — противоболевой препарат. Порядок приема часто меняется. Для полного исключения психического компонента рекомендуется так называемый «двойной слепой опыт». Больному дается в желатиновой капсуле либо лекарственный препарат, либо «плацебо», но ни испытуемый, ни медицинский персонал, включая лечащего врача, не знают, что содержится в капсуле. Средства зашифрованы, и ключ к шифру находится у заведующего отделением.

Число новых препаратов, облегчающих или снимающих боль, растет из года в год. Новым является стремление исследователей воздействовать на биохимические процессы, протекающие в различных отделах центральной и периферической нервных систем. В первую очередь объектом воздействия служат адренергические, холинергические и серотонинергические структуры головного мозга.

Чаще всего применяются четыре вида противобольных веществ:

1) морфин и морфиноподобные вещества, к которым относятся петидин (лидол), декстроморамид, промедол, изопромедол;

2) противобольные средства группы салициловой кислоты, прозалона и анилина (антипирин, пирамидон, анальгин, бутадилон, аспирин, фенацетин и др.);

3) различные невролептические и психотропные препараты, способные регулировать процессы возбуждения и торможения в центральных и периферических отделах нервной системы, а также в вегетативно-эндокринном аппарате. Эти искусственно синтезированные химические соединения оказывают во многих случаях отчетливое про-



тивоболевое действие, снимая эмоциональное напряжение, страх, раздражительность, бессонницу. Таких препаратов известно очень много. Наибольшей популярностью пользуется либриум (эленнум), дуксен (валиум), мепробомат (андаксин), резерпин, аминазин (хлорпромазин) и особенно имипрамин (тофранил). О действии последнего следует сказать особо.

Имипрамин относится к группе дибензазепинов. Его анальгетические свойства проверены в эксперименте и используются в клинической практике, хотя он совершенно неэффективен при острых болях (головных, зубных). Но при тяжелых болях (например, вызванных раковой опухолью) применение имипрамина дает хорошие результаты. Видимо, имипрамин оказывает определенное влияние не на ощущение боли, а на аффективную сторону болевого синдрома;

4) некоторые противосудорожные препараты — бромистый натрий, барбитураты, гидантоины. К этой группе относится также недавно введенный в медицинскую практику тегретол (карбамазепин). По своему строению он, как и имипрамин, относится к дибензазепинам и применяется при лечении эпилепсии. Однако выяснилось, что тегретол специфически снимает болевой синдром при невралгиях тройничного нерва. Механизм его действия в этих случаях неясен. Однако эффективность несомненна. Можно высказать предположение, что, проникая через гемато-энцефалический барьер непосредственно в ядра тройничного нерва, тегретол прерывает в них синаптические связи. К тегретолу близок иминостильбен, также снимающий тригеминальные боли, хотя и в более слабой степени.

Среди химических препаратов, притупляющих, смягчающих, ослабляющих болевое ощущение, наибольшее значение имеет морфин. Выделенный в 1806 г. немецким аптекарем Сертюрнером, синтезированный в 1950 г. морфин завоевал славу исключительно действенного болеутоляющего вещества. Его добывают из млечного сока головок опийного мака, который наряду с морфином содержит более 20 алкалоидов, широко применяемых в медицинской практике. Из опия получают кодеин и папаверин, являющиеся слабыми наркотиками, тебаин, лауданин, пантопон, дилаудид, героин и т. д. При подкожном введении действие морфина начинается через 15—20 минут и продолжается

5—6 часов. Наступает расслабление мускулатуры, замедление при острых болях и почти не влияют на внутренние органы. Механизм действия и некоторые фармакологические свойства его чудодейственного большинства исследователей считают болевые центры передачу болевой информации по боугровым путям. А. В. Вальдман под влиянием эмоционального торможением центрального А. И. Ройтбак при нейроглию головного мозга. Французские исследования морфинского действия морфинских структур мозга в различных взглядах. Одни исследователи считают, что морфин смягчает болевое ощущение, в то время как другие считают, что морфин оказывает болеутоляющее действие в различных системах головного мозга. В плане морфин под влиянием морфин в практике таит в себе утешающим морфин терное возбуждающее частично тормозит пытается чувствования мира. У него раздражений и на мышления. Все это разрушающего при русском здоровом, не всякий, к морфинистом. Для организма на дей



5—6 часов. Наступает характерное состояние успокоения, расслабления мускулатуры, иногда дремота. Морфин незаменим при острых болях, вызванных заболеваниями внутренних органов. Как правило, он облегчает тяжелые боли и почти не влияет на легкие. Действию морфина не поддаются невралгии тройничного нерва, мышечные, зубные и некоторые другие боли.

Механизм противоболевого действия морфина неясен. Фармакологи и физиологи до сих пор спорят о причинах его чудодейственного влияния на болевые ощущения. Большинство исследователей считают, что морфин угнетает болевые центры зрительных бугров и затрудняет передачу болевой информации по полисинаптическим спинно-бугровым путям к высшим отделам головного мозга. А. В. Вальдман подчеркивает выраженное влияние морфина на эмоционально-поведенческие реакции, связанное с торможением центров гипоталамуса. Советский физиолог А. И. Ройтбак предполагает, что морфин действует на нейроглию головного мозга, блокируя в ней синаптические связи. Французские фармакологи связывают противоболевое действие морфина с его влиянием на холинергические структуры мозга. Однако и здесь нет единства во взглядах. Одни исследователи полагают, что морфин усиливает холинергические элементы мозга и тем самым смягчает болевое ощущение; другие же связывают противоболевое действие морфина с ослаблением холинергических систем головного мозга и утверждают, что в этом плане морфин подобен атропину.

К сожалению, применение морфина в клинической практике таит в себе большую опасность. Наряду с болеутоляющим морфин оказывает на нервные центры характерное возбуждающее действие. Психические процессы частично тормозятся, частично ускоряются. Больной испытывает чувство легкости, отрешенности от материального мира. У него обостряется восприятие внешних раздражений и нарушается логическая последовательность мышления. Все это подчас является причиной особого болезненного пристрастия к морфину — морфинизма, разрушающего здоровье, силы и волю человека.

Русский фармаколог Н. В. Вершинин говорит: «Конечно, не всякий, кому впрыскивается морфин, становится морфинистом. Для этого требуется своеобразная реакция организма на действие этого препарата, который вместо



сонного торможения и безразличного отношения ко всему окружающему производит оживляющее действие: скучный становится веселым, жизнерадостным, молчаливый — словоохотливым, робкий — смелым, слабый чувствует прилив энергии, причем недооценивает собственные силы и способности. Ощущение прекрасного самочувствия и подъема энергии (эйфория), появляющееся при впрыскивании морфина, больной стремится вызвать повторно. Он приобретает шприц и морфин и сам делает себе впрыскивание уже без ведома врача. При бесконтрольном пользовании морфином он вскоре доходит до применения колоссальных доз... Такой человек становится полным рабом своей страсти. Болезнь неудержимо прогрессирует и доводит его до самого плачевного состояния»<sup>1</sup>.

Вероятно, ошибается тот врач, который отказывает в шприце морфина измученному болями человеку, быть может неизлечимому больному. Но еще большей ошибкой, иногда непоправимой, является назначение морфина или пантопона при любых болях, иногда далеко не столь серьезных.

Заменителем морфина может служить лидол (петидин, долантин, димедрол). Он действует слабее, чем морфин, но менее токсичен и не вызывает так быстро привыкания. Лидол снимает боли, вызванные спазмом гладкой мускулатуры, например при почечных и печеночных коликах.

В середине 50-х годов советский химик И. Н. Назаров синтезировал новый болеутоляющий препарат — промедол. Благодаря своим противоболевым и противоспазматическим свойствам промедол получил широкое распространение в медицинской практике. С успехом применяются также изопромедол, анадол и другие препараты этого ряда. Применение промедола при висцеральных болях, обезболивании родов, в послеоперационном периоде показало, что советская медицина обогатилась новым эффективным болеутоляющим средством.

Выраженными анагетическими свойствами обладает также пальфий (аналог зарубежного даурана или тросилана). Применяется он при болях, вызванных травмами и злокачественными новообразованиями. Однако пальфий в некоторых отношениях подобен морфину и может вызвать болезненное пристрастие со всеми пагубными послед-

<sup>1</sup> Н. В. Вершинин. Фармакология. Медгиз, 1952, стр. 80.



ствиями. Фенодон, введенный в практику несколько лет назад, действует сильнее, чем морфин и лидол. Однако этот препарат снимает не все виды болей. Так, он мало активен при обезболивании родов, при некоторых хирургических осложнениях. Длительное употребление фенодона может привести к отравлению. С успехом применяется также декстроморамид, мощный противоболевой препарат, значительно более активный, чем морфин. Его анальгетическое действие проявляется через 10 минут после введения в организм и длится примерно столько же, сколько действие морфина или лидола.

При болях, вызванных накоплением в крови и тканях гистамина, облегчение больному приносят антигистаминные препараты. Боли сосудистого происхождения, возникающие при накоплении адреналина и норадреналина, снимаются препаратами, блокирующими их действие, например эрготамином, дибенамином, аминазином.

В настоящее время противобольных препаратов так много и среди них такое обилие патентованных, выпускаемых конкурирующими между собой фирмами, что разобраться в них подчас трудно не только больному, но и специалисту. Здесь необходимы как осторожность, так и умение расшифровать механизмы возникновения болевого синдрома в каждом отдельном случае.

Более тонкий физиологический анализ показывает, что действие различных болеутоляющих средств на отдельные компоненты болевого синдрома неодинаково. Используя методику регистрации отдельных проявлений боли, французские ученые показали, что морфин, петидин (лидол) и декстроморамид слабо влияют на реакцию прыжка и бегства у крыс, но отчетливо подавляют крик и конечную поведенческую реакцию — кусание электродов.

Аспирин действует иначе. Он почти не влияет на реакцию крика и кусания электродов, но подавляет прыжок и бегство. Психотропное вещество имипрамин (тофранил) также ослабляет общую болевую реакцию у крыс; оно подавляет все четыре ее компонента (прыжок, бегство, крик, кусание электродов).

Как и в клинической практике, действие имипрамина хорошо выражено при сильных болевых раздражениях и почти отсутствует при слабых.

Большой интерес представляет сопоставление противоболевого действия различных химических соединений с их



способностью возбуждать или подавлять адренергические, холинергические и серотонинергические структуры головного мозга. Опыты на животных показывают, что введение в организм веществ, усиливающих холинергические механизмы, облегчает боль. Порог болевого ощущения повышается, причем легче всего подавляются крик и кусание электродов, т. е. эмоциональные реакции. Холинолитическое вещество — атропин, которое легко проходит в мозг через гемато-энцефалический барьер, снимает противоболевое действие холинергических препаратов, в то время как другое холинолитическое вещество — метилатропин, не проникающее через барьер в центральную нервную систему, оказывается малоэффективным.

Введение крысам веществ, усиливающих адренергические структуры мозга, вызывает у них снижение порога, т. е. обострение болевой реакции, усиление бегства и одновременное ослабление реакций крика и кусания электродов. Противоположный эффект наблюдается при введении адренолитических веществ: стремление к бегству ослабевает, а реакции крика и кусания электродов усиливаются.

Эти исследования показывают, что центральные элементы вегетативной нервной системы играют определенную роль в формировании болевого чувства. Возбуждение симпатических (адренергических) структур или торможение парасимпатических (холинергических) способствует обострению чувства боли и усиливает ее эмоциональную окраску. Напротив, возбуждение парасимпатических элементов смягчает чувство боли и, по-видимому, ослабляет болевые эмоции. Резерпин, влияющий на серотонинергические структуры, также иногда облегчает боль. Надо думать, что для снятия боли целесообразно сочетать противоболевые средства (аналгетики) с невролептическими и психотропными веществами (рис. 48).

В последние годы предложено огромное число разнообразных сочетаний фармакологических препаратов, облегчающих и снимающих боль. Наиболее эффективны комбинации веществ, действующих одновременно на различные отделы головного мозга (зрительные бугры, ретикулярная формация, лимбическая система, в частности гиппокамп и миндалевидный комплекс, кора головного мозга). Не следует забывать, что задача врача не только смягчить или снять боль, но и ослабить страх, уменьшить эмоциональное напряжение, подавить настороженность.

Рис. 48. Влияние адренергических веществ на электрическую активность лапы; В — при введении аминазина; Г — после введения аминазина.

В Институте медицинских наук в клинических условиях и удлинять действие веществ, не повышая соль гамма-препарата — принимающей кис. деятельности не



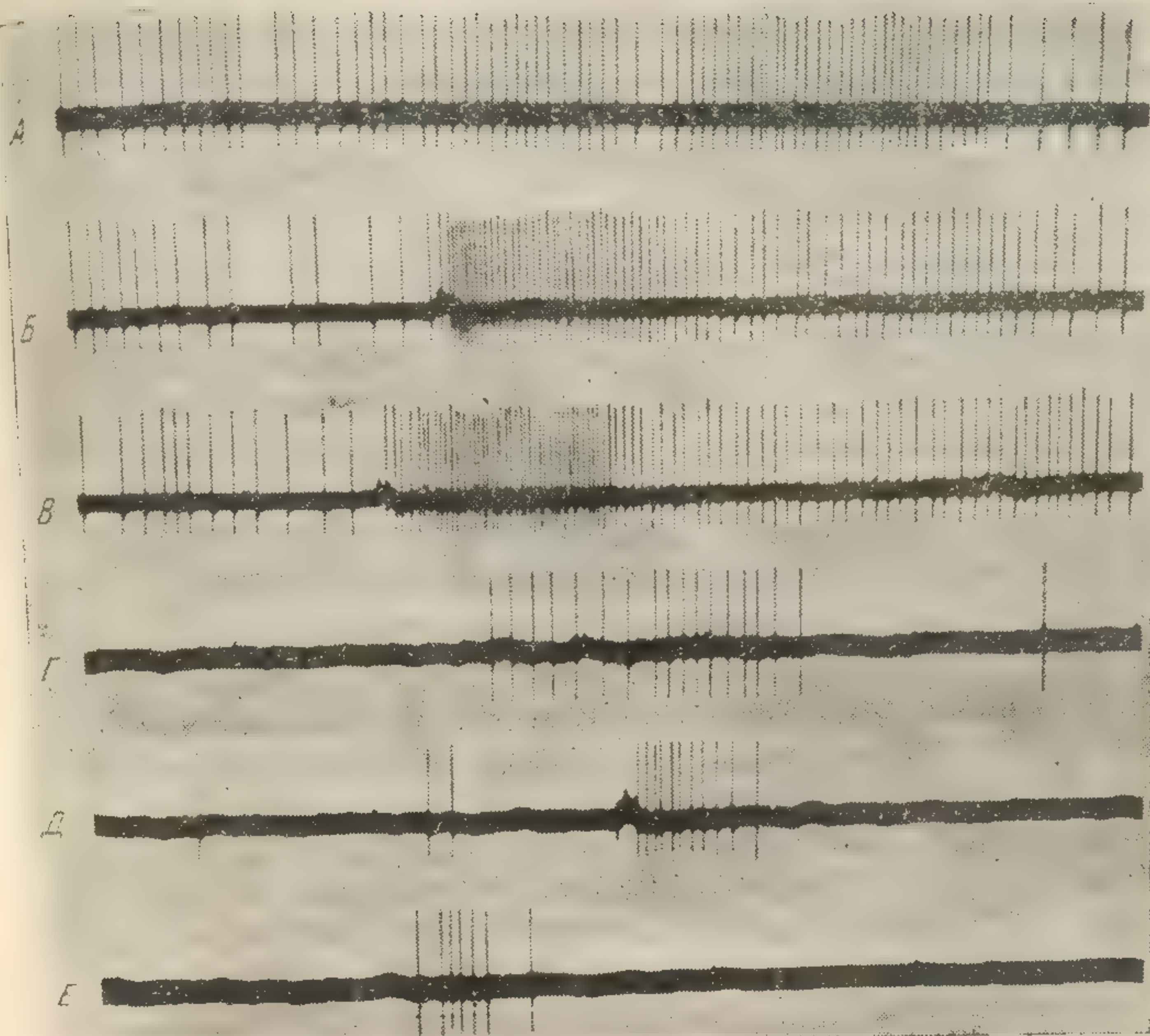


Рис. 48. Влияние адренолитического вещества — аминазина на электрическую активность одного нейрона ретикулярной формации кролика

А — электрическая активность в покое; Б — при легком ударе по передней лапе; В — при раздражении тройничного нерва (болевым стимулом); Г — после введения аминазина; Д — при ударе по передней лапе после введения аминазина; Е — при раздражении тройничного нерва после введения аминазина

В Институте фармакологии и химиотерапии Академии медицинских наук СССР синтезирован и с успехом испытан в клинической практике препарат, способный усиливать и удлинять действие наркотических и болеутоляющих веществ, не повышая при этом их токсичности. Это натриевая соль гамма-оксимасляной кислоты (натрий-оксибутират) — препарат, близкий по своему составу к гамма-аминомасляной кислоте, биологически активному веществу, принимающему активное участие в гуморальной регуляции деятельности нервной системы.



## Общее обезболивание

Выбор хирургического обезболивания зависит от разных обстоятельств, и все же до наших дней общий наркоз является одним из наиболее распространенных методов снятия болевой чувствительности.

За годы, отделяющие нас от первого применения эфирного наркоза, было предложено немало различных препаратов, способных выключить сознание больного, погрузить его в глубокий сон и тем самым освободить от боли. Наибольшей популярностью пользуется ингаляционный наркоз. Для него характерно применение летучих наркотических веществ, постепенно парализующих деятельность головного, продолговатого и спинного мозга. Периоду наркоза предшествует нередко особое возбуждение центральной нервной системы, что объясняется разновременным действием наркотика на различные отделы (кора, подкорковые образования, спинной мозг).

При этом виде наркоза человек вдыхает пары того или иного химического вещества, оказывающего на организм угнетающее или усыпляющее действие. Наркотик попадает в кровь через дыхательные пути. Отсюда и название «ингаляционный», т. е. вызванный вдыханием наркоза. Наркотические вещества вводятся в организм и с помощью обычной маски, наложенной на лицо, и посредством сложных приборов, которыми располагают только хорошо оборудованные операционные. При так называемом интубационном наркозе наркотическое вещество поступает в трахею через соответствующую трубку.

Из огромного количества наркотических газов, предложенных для общего обезболивания, наиболее распространены эфир, хлороформ, закись азота и циклопропан. Реже применяются хлорэтил, флюотан и др. Уже много лет они остаются самыми надежными средствами для обезболивания.

Характерный запах серного эфира трудно смешать с каким-нибудь другим запахом. Эфир имеет простую химическую формулу, легко синтезируется, надежен в применении. Он до сих пор наиболее распространенный наркотизирующий препарат во всех странах мира. При вдыхании эфир вызывает глубокий сон, полную потерю болевой чувствительности и, что особенно важно, глубокое расслабление мышц. Эфир мало влияет на сердечную мышцу, хотя

стимулирует деятельность  
жения тонуса спинат  
до 50—75 мг эфира в  
милл., поверхностны  
100—140 мг эфира в  
стывает остановка д  
Глубина наркоза,  
достигается обычно  
около 100 г эфира. По  
дается из организ  
примерно 92%).  
В XIX и в начале  
хлороформ. Однако в  
коз все чаще и чаще у  
вляется большой ядови  
атянием на сердце и  
го наркоза требует п  
ругутного столба. Глубо  
25—35 мг хлороформа  
ция наркотика подыма  
щается.  
Наименее ядовитый  
(веселящий газ). К с  
нельзя добиться рассла  
няется только в начал  
за. Аналгезия наступае  
веолах легких, анестези  
глубокий наркоз заки  
доступ кислорода, а эт  
Для поддержания хур  
вводят обычно совмести  
80% и кислорода 20%  
при кратковременных о  
нии зубов, вскрытии на  
Циклопропан приме  
несколько реже, чем др  
следователи считают, чт  
не так сильно действует  
ляется через легкие. Б  
нового наркоза являетс  
ваня.  
Некоторые хирурги  
нами наркотиками.



усиливает деятельность сердца, видимо, вследствие повышения тонуса симпатической нервной системы. Достаточно 50—75 мг эфира в 100 см<sup>3</sup> крови, чтобы вызвать неглубокий, поверхностный наркоз. Глубокий сон требует 100—140 мг эфира в 100 см<sup>3</sup> крови; при 165—170 мг наступает остановка дыхания, а при 250 мг — смерть.

Глубина наркоза, необходимая для начала операции, достигается обычно минут через 15—20. На это уходит около 100 г эфира. По окончании наркоза эфир легко выделяется из организма, главным образом через легкие (примерно 92%).

В XIX и в начале XX века хирурги охотно применяли хлороформ. Однако в последние годы хлороформный наркоз все чаще и чаще уступает место эфирному. Это объясняется большой ядовитостью хлороформа и его вредным влиянием на сердце и печень. Поддержание хлороформного наркоза требует парциального напряжения в 5 мм ртутного столба. Глубокий сон наступает при содержании 25—35 мг хлороформа в 100 см<sup>3</sup> крови. Если концентрация наркотика подымается до 40—70 мг, дыхание прекращается.

Наименее ядовитый наркотический газ — закись азота (веселящий газ). К сожалению, с помощью этого газа нельзя добиться расслабления мышц, поэтому он применяется только в начальной стадии хирургического наркоза. Аналгезия наступает при 35—50% закиси азота в альвеолах легких, анестезия — при 80—90%. Чтобы вызвать глубокий наркоз закисью азота, необходимо сократить доступ кислорода, а это не всегда возможно и безопасно. Для поддержания хирургического наркоза закись азота вводят обычно совместно с кислородом (веселящего газа 80% и кислорода 20%). Этот вид наркоза рекомендуется при кратковременных операциях, в особенности при удалении зубов, вскрытии нарывов и т. д.

Циклопропан применяется в хирургической практике несколько реже, чем другие виды наркоза. Некоторые исследователи считают, что он менее ядовит, чем хлороформ, не так сильно действует на сердце и печень и быстрее выделяется через легкие. Большим достоинством циклопропанового наркоза является быстрое наступление обезболивания.

Некоторые хирурги пользуются менее распространенными наркотиками, например хлорэтилом, винэтином (ди-



виниловый эфир). Хотя последний обладает рядом достоинств, применение его ограничено вследствие высокой стоимости. В клинической практике охотно используют различные сочетания наркотических веществ, например эфира и хлороформа.

В настоящее время широко применяется так называемый закрытый эфирно-кислородный или эфирно-воздушный наркоз с помощью специальной довольно сложной аппаратуры. При этом наркотическая смесь поступает в легкие через замкнутую систему и выдыхается в ту же систему, причем углекислота поглощается определенными химическими веществами. Уже давно известно, что кислород при наркозе значительно улучшает общее состояние больного, поэтому хирурги охотно комбинируют его с различными газообразными наркотиками (хлороформ, эфир, закись азота и т. д.).

В современной хирургии часто используется предложенный еще Н. И. Пироговым интубационный (внутри-трахеальный) наркоз. С этой целью в трахею (обычно через рот) вводится специальная трубка. Пары эфира, хлороформа или другого наркоза в смеси с кислородом поступают непосредственно в легкие. Этот вид наркоза имеет ряд преимуществ перед обычным и легче переносится больным.

При интубационном наркозе эфиром и хлороформом наблюдаются четыре периода, характеризующиеся определенными изменениями со стороны центральной нервной системы, сердца, сосудов и мышц.

В 1-й стадии наступает своеобразное первичное опьянение, описанное Пироговым. Постепенно затемняется сознание, притупляется и исчезает болевая чувствительность, хотя остается ощущение прикосновения, полностью сохранены рефлексy и напряжены мышцы. В этом периоде, который носит название оглушения, можно производить небольшие операции, не требующие глубокого сна.

2-я стадия носит название периода двигательного возбуждения. Деятельность нервной системы приобретает хаотический характер: корковые центры головного мозга несколько затормаживаются, а подкорковые приходят в состояние повышенной активности. Разлагается гармоническое содружество между различными отделами нервного аппарата. Наступает состояние, сходное с алкогольным

опьянением, иногда несколько человек  
ным пациентом. И  
сыпает, у него ра  
сы. Эта стадия по  
получает предвар  
рой кислоты (см.  
3-я стадия —  
вая чувствительн  
стях, в животе и,  
ет боли, не оощ  
мышцы расслабля  
мания, ибо лишн  
ые осложнения.

После прекра  
период пробужде  
лексы, возобновля  
чинает ощущать  
определенный ш  
знание.

Глубина нарко  
личных отделов  
вается обычно с д  
тельные бугры, п  
мозга и блокада  
коркового контро  
лежащих отделов  
могут возникнуть  
расстраивается д  
ся зрачки.

Если интубаци  
лишь изучен и ус  
неинтубационный  
самого начала р  
возможности вну  
сказана Н. И. Пи  
в опытах на жив  
ному воздуху, ес  
расширит правое  
ние». Поэтому П  
эфира, и в  
этот метод нарко  
лот Н. П. Кравк



опьянением, иногда настолько резко выраженное, что несколько человек едва могут справиться с наркотизируемым пациентом. Постепенно больной успокаивается и засыпает, у него расслабляются мышцы и исчезают рефлексy. Эта стадия почти полностью отсутствует, если больной получает предварительно какой-либо препарат барбитуровой кислоты (см. ниже).

3-я стадия — глубокий сон. Полностью исчезает болевая чувствительность, сначала в спине, затем в конечностях, в животе и, наконец, на лице. Больной не испытывает боли, не ощущает прикосновения. Рефлексy исчезают, мышцы расслабляются. Этот период требует особого внимания, ибо лишняя доза наркотика может вызвать тяжелые осложнения.

После прекращения наркоза наступает 4-я стадия — период пробуждения. Постепенно восстанавливаются рефлексy, возобновляются мышечные движения. Больной начинает ощущать прикосновения, испытывать боль. Через определенный промежуток времени возвращается сознание.

Глубина наркоза зависит в основном от блокады различных отделов нервной системы. Обезболивание связывается обычно с действием наркотических веществ на зрительные бугры, потерей сознания с выключением коры мозга и блокадой ретикулярной формации. Отсутствие коркового контроля сопровождается возбуждением ниже лежащих отделов головного и спинного мозга. При этом могут возникнуть беспорядочные мышечные сокращения, расстраивается дыхание, суживаются, а затем расширяются зрачки.

Если ингаляционный наркоз родился на Западе и был лишь изучен и усовершенствован русскими хирургами, то неингаляционный наркоз возник в России и является с самого начала русским изобретением. Впервые мысль о возможности внутривенного введения наркотика была высказана Н. И. Пироговым. Однако, как он сам установил в опытах на животных, эфир «убивает подобно атмосферному воздуху, если этот воздух вдруг войдет в вену, т. е. расширит правое сердце и прекратит в нем кровообращение». Поэтому Пирогов отказался от внутривенного введения эфира, и в течение 50 лет никто не разрабатывал этот метод наркоза. Лишь в начале XX столетия фармаколог Н. П. Кравков и хирург С. П. Федоров предложили



внутривенный гедоналовый наркоз, который до сих пор носит название «русского метода». И у нас, и за рубежом принято считать, что неингаляционный наркоз имеет ряд преимуществ перед ингаляционным. Открытие своеобразных снотворных и наркотических свойств производных барбитуровой кислоты способствовало необычайному развитию этого вида обезболивания.

Барбитуровая кислота, или малонилмочевина, получила свое название от греческого слова *barbitos*, что означает «лира». Было замечено, что при охлаждении растворов барбитуровой кислоты образуются характерные кристаллы, напоминающие лиру. Химики разных стран синтезировали десятки, если не сотни производных барбитуровой кислоты, применяемых в качестве снотворных средств. Действие их приблизительно одинаково и отличается лишь большей или меньшей длительностью и глубиной вызываемого ими наркотического сна. Некоторые барбитураты отличаются значительной токсичностью и медленно выделяются из организма, другие менее ядовиты, третьи вызывают более длительный сон, четвертые легче переносятся больным и т. д.

Ввиду того что «барбитуровый» сон длится очень недолго, он используется только при определенных операциях. По существу барбитураты вызывают не столько наркотический, сколько глубокий, близкий к физиологическому сон. Для получения полного наркоза приходится вводить количества, равные 70% смертельной дозы. Только в этих случаях больной не ощущает или, вернее, не «осознает» боли, хотя болевые раздражения продолжают поступать в его нервную систему.

По своему физиологическому действию барбитураты делятся на четыре группы.

- 1) препараты длительного действия: веронал, мединал, люминал (фенobarбитал), квиэтал (ноктал);
- 2) препараты средней продолжительности действия: малил (диал), барбамил (амитал-натрий);
- 3) препараты короткого действия: этаминал (нембутал), сонбутал (перноктон), ректон, пронаркоп;
- 4) препараты очень короткого действия: гексенал, тиопентал.

В хирургической практике наибольшей известностью пользуются гексенал, эвипан, эйнаркоп, пронаркоп, нарконюмал, тиопентал, байтинал и др. Все эти вещества за-

патентованы иностранными  
фармацевтическим  
врача. В настоящее  
ется и в СССР. Вво  
ый наркоз). Но пре  
в костный мозг, в б  
кишку, а иногда чер  
вает обычно кратко  
приятный сон.

В некоторых слу  
наркоз, т. е. сочетан  
венных, так и инга  
нередко пользуются  
формом, морфином

После работ Сел  
иски стероидных го  
за. В 1955 г. был с  
рил, близкий к дезо  
ну вызывает кратко

В физиологичес  
применяется боле  
(хлоралоза, нумал,  
ный химический с  
часов и позволяют  
многочасовые иссл  
но широко примен  
(или хлоралозан).  
внутривенное введ  
тивоказано.

К неингаляцио  
также предложени  
тальный) наркоз.  
посредством клизм  
пользуются этим  
некоторых барбит  
этаноло). При тл  
держит 60—80 мг  
кролика показал  
центрируется в м  
содержит в два  
Применение авер  
как он во много



патентованы иностранными фирмами и фигурируют на фармацевтическом рынке под различными названиями. Для наркоза они применяются в зависимости от указаний врача. В настоящее время большинство из них изготавливается и в СССР. Вводятся они обычно в вену (внутривенный наркоз). Но предложены и другие методы введения — в костный мозг, в брюшную полость, в мышцы, в прямую кишку, а иногда через рот. «Барбитуровый» наркоз вызывает обычно кратковременный, но достаточно глубокий и приятный сон.

В некоторых случаях рекомендуется комбинированный наркоз, т. е. сочетание различных наркотиков, как внутривенных, так и ингаляционных. В хирургической практике нередко пользуются комбинацией барбитуратов с хлороформом, морфином и т. д.

После работ Селье (стр. 295) начались усиленные поиски стероидных гормонов, вызывающих состояние наркоза. В 1955 г. был синтезирован сложный препарат виадрил, близкий к дезоксикортикостерону. Введение его в вену вызывает кратковременный наркоз.

В физиологическом эксперименте на животных широко применяется более длительный внутривенный наркоз (хлоралоза, шумал, диал). Эти вещества, имеющие различный химический состав, действуют в течение нескольких часов и позволяют производить длительные операции и многочасовые исследования на живом организме. Особенно широко применяется в опытах на животных хлоралоза (или хлоралозан). Однако из-за некоторой токсичности внутривенное введение этих препаратов в клинике противопоказано.

К неингаляционным видам обезболивания относится также предложенный Пироговым прямокишечный (ректальный) наркоз. Во многих случаях введение наркотика посредством клизмы весьма удобно и безопасно. В клинике пользуются этим методом для введения эфира, алкоголя, некоторых барбитуратов (ректона) и авертина (трибромэтанола). При глубоком авертиновом наркозе кровь содержит 60—80 мг препарата в каждые 100 мл. Опыты на кроликах показали, что подавляющая часть авертина концентрируется в мозгу. Через 20 минут после клизмы мозг содержит в два раза больше этого вещества, чем кровь. Применение авертина требует большой осторожности, так как он во много раз ядовитее хлороформа.



По своему действию на центральную нервную систему все наркотические вещества обычно делят на корковые и стволые. Это значит, что одни действуют преимущественно на кору больших полушарий головного мозга, а другие — на подкорковые и стволые области мозга. Эта классификация, предложенная еще в 1927 г. Пиком, сохранилась, хотя представления о корково-подкорковых взаимоотношениях значительно изменились.

Типичный представитель корковых наркотиков — упомянутая выше хлоралоза, которая при введении в кровь как бы «снимает» кору головного мозга. При введении этого препарата животное мгновенно («на острие иглы») засыпает. Кора мозга у него как бы целиком выключена, но подкорковые элементы, освобождаясь от регулирующего влияния корковых, даже несколько перевозбуждены.

Физиологам хорошо известно, что торможение или угнетение высших нервных центров сопровождается возбуждением подчиненных центров. Оно как бы освобождает их от контроля «верхних этажей» нервной системы, что приводит нередко к бурной и аффективной нервной деятельности.

Обычно считают, что хлороформ, эфир, закись азота (веселящий газ), бромистые соли действуют преимущественно на кору мозга, а производные барбитуровой кислоты (веронал, люминал, мединал, амитал-натрий, нембутал и др.) — на нервные центры, расположенные в стволной части головного мозга, в частности на ретикулярную формацию и зрительные бугры. Если учесть роль этих образований мозга в восприятии болевых ощущений, становится понятным значение стволых наркотиков (стр. 90).

Барбитураты оказывают определенное влияние на активирующие системы головного мозга. Чтобы полностью прекратить в них проведение импульсов, достаточно ввести 20—50 мг тиопентала на 1 кг веса. Однако следует отметить, что даже при очень глубоком «барбитуровом» сне и кора мозга продолжают поступать болевые раздражения. По-видимому, изменяется восприятие боли, притупляется острота эмоционального ощущения.

К корковым наркотикам относят также алкоголь, который, угнетая кору, тем самым стимулирует деятельность подкорковых элементов головного мозга. Впрочем, в больших дозах алкоголь действует на всю центральную нервную систему.

Необходимо  
словный харак  
оказывают опре  
гальной нервной  
под влиянием т  
ностью парализу  
ную систему чу  
гулируется гема  
все лекарственн  
ного и спинного  
только в опреде  
В последние  
кое распростра  
названием гiber  
Этот вид аналге  
ред общепринят  
ше травмирует  
кого обезболива  
ного в такое соо  
стоянием, близк  
спячку животн  
до 30°—25°, обм  
тельность серд  
стояние напоми  
состояние дост  
ключением ве  
рата с последук  
Метод гiber  
ми учеными —  
тех пор завоев  
Существует  
ных вызывать с  
ляции). В бол  
деятельность  
систем, так на  
рующие, симп  
Нет необходим  
нии их свойств  
В течение  
ным перед оп  
виде особой  
коктейля». В  
назин, фенерт



Необходимо учитывать, что эта классификация имеет условный характер. В большинстве случаев наркотики оказывают определенное влияние на разные отделы центральной нервной системы, но некоторые структуры мозга под влиянием того или иного препарата как бы полностью парализуются. Поступление в центральную нервную систему чужеродных введенных в кровь веществ регулируется гемато-энцефалическим барьером, и далеко не все лекарственные препараты проникают в ткань головного и спинного мозга. Многие из них удается обнаружить только в определенных нервных структурах.

В последние годы у нас и за рубежом получил широкое распространение холодовый наркоз, известный под названием гибернации, или искусственной гипотермии. Этот вид аналгезии имеет некоторые преимущества перед общепринятыми видами наркоза. Возможно, он меньше травмирует организм, чем другие методы хирургического обезболивания. Гибернация позволяет привести больного в такое состояние, которое не является сном или состоянием, близким к шоку, и скорее напоминает зимнюю спячку животных. Температура тела снижается нередко до  $30^{\circ}-25^{\circ}$ , обмен веществ резко падает, замедляется деятельность сердца. Расслабление мышц и сумеречное состояние напоминают наркоз, дыхание ослабевает. Такое состояние достигается блокадой, как бы временным выключением вегетативно-гуморально-гормонального аппарата с последующим охлаждением организма.

Метод гибернации был предложен двумя французскими учеными — А. Лабори и П. Гюгенаром в 1950 г. и с тех пор завоевал немалое число сторонников.

Существует ряд фармакологических средств, способных вызвать снижение температуры (блокаду терморегуляции). В большинстве своем это средства, ослабляющие деятельность различных отделов нервной и эндокринной систем, так называемые невролептические, ганглиоблокирующие, симпатолитические, антигистаминные вещества. Нет необходимости подробно останавливаться на описании их свойств.

В течение многих лет Лабори и Гюгенар вводили больным перед операцией целый набор химических веществ в виде особой смеси, получившей название «литического коктейля». В состав такого коктейля обычно входили амизин, фенерган, некоторые препараты барбитуровой ки-



слоты, промедол, новокаин или прокаин, димедрол, сернокислый магний и другие химические соединения, влияющие на центральные и периферические отделы нервной системы, эндокринную систему и гуморальную передачу. Иногда введения такого коктейля оказывалось достаточно, чтобы вызвать сумеречное (как бы наркотическое) состояние. В большинстве же случаев одновременно применялось охлаждение организма либо в специальной камере (ледяной ванне), либо при помощи мешков со льдом, накладываемых на определенные области тела. Советские ученые (Б. В. Петровский и др.) разработали для этой же цели специальную аппаратуру, позволяющую с не меньшим успехом охлаждать не весь организм, а только кору мозга.

На Парижском симпозиуме по проблеме боли (1967 г.) Гюгенар отошел от своих первоначальных позиций. Он выступил с теоретическим докладом о невро-лептаналгезии — новом принципе общего обезболивания. Термин «лептаналгезия» показывает, что в основе его лежит сочетание невролептических и анагетических веществ. С этой целью используются разнообразные сочетания невролептиков. Применение «литических коктейлей», содержащих десятки соединений, по мнению автора, себя не оправдывает; достаточно ограничиться действием двух-трех активно действующих препаратов. Невролептики должны подавлять активирующую ретикулярную систему ствола головного мозга, а анагетики — блокировать передачу центростремительных импульсов, информирующих центральную нервную систему о болевых раздражениях. Гюгенар называет этот метод обезболивания «анестезией без анестетиков», некоторые другие авторы — «атаралгезией» (от греческого слова *ataractos*, обозначающего спокойствие духа, невозмутимость, равнодушие).

В качестве невролептических средств с успехом применяются производные бутирофенона (галоперидол, галоанизон, дроперидол, бензперидол), действие которых значительно более эффективно, чем применявшихся ранее средств типа промазинов (аминазина). Что касается анагетиков, то наилучшие результаты получены от декстроморамида и петидина (лидола). При такой комбинации у больного наступает успокоение, наблюдаются полная отрешенность от окружающего мира, ослабление мышц, снижение артериального давления и температуры

тела. Во многих случаях не очень серьезные или глубокое охлаждение. В последние годы много внимания уделяется и за рубежом предложены различные невро-показания к их применению последние два десятилетия еще обилие принята целенаправленную, так на руртам уже давно скелетной мускулатуры оперировать. И лишь в очень глубоком яд, которым ния Америки в бызывали свои стреластали растений был назван кураре. Еще Клод Бернард возбуждение ре вступает в холином и задерживается. Благодаря этому доходят импульсы мерно за 25—30 ли из кураре евание тубокураксло курареподобное распространение в Число мышечное распротрдитилин, паратике они примкозе и позволнеобходимого для азота. Достоинствоная безвредностти мгновенно



тела. Во многих случаях, особенно при кратковременных и не очень серьезных операциях, дополнительный наркоз или глубокое охлаждение вообще излишни.

В последние годы клиницисты и физиологи уделяют много внимания проблеме невро-лептаналгезии. В СССР и за рубежом подробно изучены механизмы действия различных невралгических и аналгетических средств, предложены наиболее эффективные сочетания, известны показания к их применению, осложнения и опасности. За последние два десятилетия ученые принесли общему обезболиванию еще один ценнейший подарок. На вооружение была принята целая группа веществ, расслабляющих мускулатуру, так называемых мышечных релаксантов. Хирургам уже давно было известно, что без расслабления скелетной мускулатуры во многих случаях нельзя успешно оперировать. Но добиться этого расслабления удается лишь в очень глубокой стадии наркоза. На помощь пришел яд, которым индейцы, жившие во времена завоевания Америки в бассейнах рек Ориноко и Амазонки, смазывали свои стрелы. По имени реки Курвары, где произрастали растения, содержащие этот смертельный яд, он был назван кураре.

Еще Клод Бернар доказал, что кураре блокирует передачу возбуждения с двигательного нерва на мышцу. Кураре вступает в конкурентные взаимоотношения с ацетилхолином и задерживает его действие на мышечные клетки. Благодаря этому мышца расслабляется, так как до нее не доходят импульсы из центральной нервной системы. Примерно за 25—30 последних лет химики не только извлекли из кураре его действующее начало, получившее название тубокурарина, но и синтезировали значительное число курареподобных веществ, получивших широкое распространение в медицинской практике.

Число мышечных релаксантов очень велико. Наибольшее распространение получили декаметоний, диплацин, дитилин, парамион, пиролаксон. В хирургической практике они применяются обычно в комбинированном наркозе и позволяют значительно уменьшить количество необходимого для глубокого сна эфира, хлороформа, закиси азота.

Достоинство мышечных релаксантов — их сравнительная безвредность. К тому же действие их может быть почти мгновенно прекращено. Для этого достаточно ввести в



организм такие хорошо известные препараты, как прозерин, простигмин, тензилон, т. е. вещества, подавляющие активность фермента холинэстеразы, расщепляющего ацетилхолин, чтобы сразу восстановить передачу нервных импульсов с нерва на мышцу.

Конечно, открытие наркоза принадлежит к величайшим достижениям человеческого гения. Никто не решится сегодня доказывать, что можно оперировать «с болью», что «режущий инструмент и боль неотделимы друг от друга», как это в свое время утверждал французский хирург Вельпо. Десятки новых обезболивающих средств предлагает современная фармацевтическая промышленность. Число их увеличивается с каждым днем. Улучшается и совершенствуется методика наркотизации, операционные оборудуются специальными приборами, позволяющими строго дозировать количество необходимого наркотика. И все же не все обстоит благополучно в этой области и не все доведено и изучено до конца.

До сих пор мы не знаем такого наркотического средства, которое во всех без исключения случаях было бы абсолютно безопасным, удобным и эффективным. Все наркотики, которыми мы располагаем, в той или иной степени вызывают, хотя и временное, но все же достаточно выраженное расстройство деятельности организма.

Действие различных наркотизирующих веществ на органы и ткани животных и человека изучается уже очень давно. По этому вопросу опубликовано немало научных работ, монографий, книг и статей. Можно считать доказанным, что наркотики оказывают определенное токсическое влияние на все органы и физиологические системы. Наиболее показательно в этом отношении действие ингаляционного наркоза. Вдыхание эфира и хлороформа, а также в несколько меньшей мере закиси азота, циклопропана и т. д. сопровождается значительным раздражением дыхательных путей, затруднением дыхания, спазмом голосовой щели, кашлем, слезотечением, обильным отделением слюны и другими неприятными побочными явлениями. Дыхание, как правило, нарушается, изменяется возбудимость дыхательных центров в продолговатом мозгу и в высших отделах мозга.

Постепенно, по мере насыщения артериальной крови наркотическим веществом, эти явления утихают, но иногда в дальнейшем развивается заболевание легких. Инга-

...наркотический наркоз.  
...вредное влия  
...руководства м  
...слабости. нару  
...патологическ  
...виде наркоза.  
Нет необходимос  
...и описыв  
...желудочно-к  
...секреции. Все эти с  
...от наркоза. В  
...число ле  
...сахара, нарушается  
...состав нервн  
...претерпевает харак  
Со всеми этими  
...Современна  
...арсеналом разнооб  
...предотвращения ос  
...последние годы си  
...препаратов для нер  
...менее токсичных, т  
...эфир + кислород, х  
...цы и клиники, как  
...автоматического  
...наркотического га  
...хирургическую пр  
...оценивать ст  
...регистрировать со  
...электрические то  
...мозга. Все это зна  
...способствует боле  
...наркотиков, т  
...Разумеется, ра  
...химической форм  
...сте действуют при  
...наблюдаются при  
...битуровой кислот  
...чаях не в состо  
...Вот почему выбо  
...каждом конкретн  
...важности и треб  
...ности и внимани



ляционный наркоз, особенно хлороформный, оказывает подчас вредное влияние на сердце и сосуды. В специальных руководствах можно найти описание явлений сердечной слабости, нарушения проводящей системы сердца и других патологических симптомов, развивающихся при этом виде наркоза.

Нет необходимости вторгаться в области клинической медицины и описывать влияние наркотиков на печень, почки, желудочно-кишечный тракт, железы внутренней секреции. Все эти органы в той или иной степени страдают от наркоза. В них резко изменяется состав крови, нарастает число лейкоцитов, увеличивается содержание сахара, нарушается нормальное соотношение солей. Химический состав нервной ткани и спинномозговой жидкости претерпевает характерные изменения.

Со всеми этими явлениями можно и необходимо бороться. Современная анестезиология располагает богатым арсеналом разнообразных средств и возможностей для предотвращения осложнений, связанных с наркозом. За последние годы синтезировано большое число безвредных препаратов для неингаляционного обезболивания, гораздо менее токсичных, чем обычный комбинированный наркоз (эфир + кислород, хлороформ + кислород и т. д.). Больницы и клиники, как правило, располагают аппаратами для автоматического регулирования количества вдыхаемого наркотического газа. Благодаря успехам электроники и хирургическую практику внедрены приборы, позволяющие оценивать степень насыщения крови кислородом, регистрировать состояние сердца и сосудов, отводить электрические токи от различных участков головного мозга. Все это значительно облегчает труд наркотизатора, способствует более рациональному применению различных наркотиков, уменьшает число осложнений.

Разумеется, различные наркотики в зависимости от их химической формулы и точки приложения в нервной системе действуют по-разному. Менее выраженные сдвиги наблюдаются при введении в организм производных барбитуровой кислоты. Но, как известно, они во многих случаях не в состоянии заменить ингаляционный наркоз. Вот почему выбор того или иного метода обезболивания в каждом конкретном случае является делом чрезвычайной важности и требует от врача глубоких знаний, осторожности и внимания.



Метод сенсограмм, предложенный и разработанный А. К. Сангайло, во многом облегчает эту задачу. Определяя порог болевого ощущения и выносливости к боли (сенсограмма), врач имеет возможность в предварительных исследованиях подобрать лекарственные средства, наиболее эффективно снижающие чувствительность к боли и значительно повышающие выносливость к ней у данного больного.

Нередко любая анестезия опаснее для больного, чем сама операция, и умение врача-специалиста заключается в том, чтобы свести к минимуму, обезвредить или вовсе уничтожить побочное действие примененного наркотического вещества. Здесь все должно быть учтено: личный опыт анестезиолога, физическое и психическое состояния пациента, длительность оперативного вмешательства и множество других, подчас малозаметных и как будто невесомых факторов. И не случайно свой доклад на Свердловском симпозиуме по проблеме боли советский хирург И. С. Жоров закончил следующими словами: «В заключение нам хочется сказать, что проблема устранения боли в хирургической клинике не может считаться окончательно разрешенной. Необходимы дальнейшие поиски в этом направлении».

### Теории и загадки наркоза

Можно ли поставить знак равенства между обезболиванием и наркозом? Многие считают, что «операция без боли» и «операция под наркозом» по сути одно и то же. И в том и в другом случае организм временно перестает реагировать на внешние раздражения. На самом деле под наркозом надо понимать обратимое воздействие некоторых специфических веществ на любую клетку организма, которое делает ее на какой-то отрезок времени невозбудимой.

Еще в 1850 г. французский ученый Буассон утверждал, что действие наркотиков очень общее. Оно изменяет жизнь и действует на нее во всех стадиях ее развития и в различных формах, которые она принимает в огромном ряду животных. Могучему действию наркотиков подвержены и растения. Каждая клетка, каждый орган могут быть подвергнуты действию наркоза. Но обычно под общим наркозом понимают угнетение (торможение, оцепе-

ление) центральной  
только ограниченное  
повышенное понимание  
Наркотический со  
следовательно, выкл  
лишь одно из проя  
коза. Совершенно пр  
каров говорит об об  
щем наркозе нервно  
Хорошо известно  
вано различными во  
потерей сознания.  
ния потому, что во  
ется. В этом их тожд  
Существует точк  
пересекаются, хотя  
друга биологическое  
ное значение имеет  
так же как совреме  
ми методами включа  
ко один из видов о  
не наиболее соверш  
ного, хирурги выкл  
возможность прони  
не рискуя вызвать  
зяна...  
Чтобы пациент  
рестраивают всю де  
период времени па  
спинного мозга, рег  
ность ряда физиоло  
ют новые условия,  
физиологических  
резко перестраивае  
ма. Как известно,  
щие яды, обладаю  
первым образова  
момент, когда пара  
го мозга, наступает  
Исследования в  
жение возбудимост  
различных наркоти  
тами со стороны е



нение) центральной нервной системы. Это по сути несколько ограниченное, суженное, но в то же время укоренившееся понимание наркоза.

Наркотический сон сопровождается обезболиванием, и следовательно, выключение болевой чувствительности — лишь одно из проявлений, частный случай общего наркоза. Совершенно правильно советский ученый И. В. Макаров говорит об общем наркозе клеточного типа и об общем наркозе нервной ткани.

Хорошо известно, что обезбоживание может быть вызвано различными воздействиями, не сопровождающимися потерей сознания. Наркоз используется для обезбоживания потому, что во время глубокого сна боль не ощущается. В этом их тождество и различие.

Существует точка, в которой наркоз и обезбоживание пересекаются, хотя и имеют разное, независимое друг от друга биологическое звучание. В проблеме наркоза важное значение имеет глава об обезболивании, совершенно так же как современная анестезиология наряду с другими методами включает раздел об общем наркозе. Это только один из видов обезбоживания, к тому же еще далеко не наиболее совершенный. Искусственно усыпляя больного, хирурги выключают свет во всем доме, что дает им возможность проникнуть в квартиру или даже комнату, не рискуя вызвать протест со стороны бдительного хозяина...

Чтобы пациент не почувствовал боли, нарушают и перестраивают всю деятельность его организма. На какой-то период времени парализуются целые отделы головного и спинного мозга, регулирующие и направляющие деятельность ряда физиологических систем организма. Возникают новые условия, создаются искусственные, далекие от физиологических взаимоотношения. В первую очередь резко перестраивается сама центральная нервная система. Как известно, эфир и хлороформ — сильнодействующие яды, обладающие особым химическим средством к нервным образованиям головного и спинного мозга. В тот момент, когда паралич охватывает центры продолговатого мозга, наступает смерть.

Исследования нашей лаборатории показали, что снижение возбудимости мозга, наступающее под влиянием различных наркотиков, сопровождается глубокими сдвигами со стороны его химического состава и физико-хими-



ческих свойств. Наряду с резким ослаблением дыхания нервной ткани, т. е. уменьшением потребления кислорода и выделения углекислоты, изменяются все без исключения процессы обмена веществ. Нервная клетка поглощает при наркозе минимальное количество кислорода. Уменьшается потребление некоторых питательных веществ (сахар, азот, фосфор). Наряду с этим мозг усиленно задерживает соли кальция, и содержание их в определенных участках мозга при наркозе увеличивается. Накапливаясь в ткани мозга, кальций усиливает действие наркотиков (эфир, хлороформ, некоторые производные барбитуровой кислоты), и если содержание его превышает какой-то предел, наркоз постепенно переходит в необратимое состояние и приводит к гибели экспериментальное животное.

Описанные химические сдвиги различны в зависимости от наркоза. Наиболее резкие изменения отмечаются при комбинированном эфирно-хлороформном наркозе. Это объясняется в значительной степени тем обстоятельством, что нервная ткань поглощает значительную часть введенного в организм эфира и хлороформа, причем преобладающая часть этих наркотиков содержится в клетках мозговой коры, т. е. в наиболее чувствительной и совершенной части мозга.

Естественно, возникает вопрос: почему, каким образом вещества, имеющие определенное химическое строение, вызывают бессознательное состояние, наркотический, т. е. отличный от нормального, сон? К сожалению, эти вопросы так и остаются вопросами, так как современная наука не в состоянии дать на них точный ответ. При том живом интересе, который всегда возбуждало своей таинственностью явление наркоза, неудивительно, что ключ к решению этой загадки пытались найти не только в тщательно продуманном эксперименте, но и в различных спекулятивных догадках, не имеющих ничего общего с наукой. Предложено немало гипотез, высказано множество соображений, но законченной, всеми признанной теории наркоза до сих пор не существует.

Принято считать, что значение имеют только те теории наркоза, которые построены на определенных физико-химических фактах. Это единственно правильный критерий, которым может руководствоваться в данном случае биологическая мысль. Но при этом необходимо помнить, что наркотики действуют в первую очередь на синапсы. Они

прерывают синапсы  
в тех случаях  
имеют место  
Проще всего  
объяснить уд  
что нервная  
кислорода. Ес  
ких минут не  
ки резко по  
простой и ка  
сознательное  
ния окислите  
Однако ми  
гают подобно  
тических вещ  
казано, что  
ральной нерв  
наркотика, ко  
ные процессы  
мозга — не с  
В этом легко  
обмен веществ  
из жизни рас  
щих, что не с  
ослаблением  
функций. Та  
ных. Оказало  
ния мозга, в  
низм, не все  
способляется  
свою активн  
предел, т. е.  
Большой  
поидная теор  
вие наркотик  
ных веществ  
наркозе в це  
столько бога  
ческие связи  
За послед  
рий наркоза  
др.). Однако  
исчерпывают



прерывают синаптические связи и особенно эффективны в тех случаях, когда импульс идет по цепи синапсов, т. е. имеют место полисинаптические связи.

Проще всего наступление наркотического состояния объяснить удушением нервных клеток. Давно известно, что нервная клетка особенно чувствительна к недостатку кислорода. Если клетка мозговой коры в течение нескольких минут не получает кислорода, она погибает. Наркотики резко подавляют дыхание нервной ткани. Отсюда простой и как будто логически вытекающий вывод: бессознательное состояние, сон наступает вследствие нарушения окислительных процессов в тканях.

Однако многочисленные факты решительно опровергают подобное одностороннее толкование действия наркотических веществ. Многочисленными исследованиями доказано, что глубокое наркотическое торможение центральной нервной системы наступает при введении дозы наркотика, которая не в состоянии подавить окислительные процессы в нервных клетках. Ослабление дыхания мозга — не столько причина, сколько следствие наркоза. В этом легко убедиться, изучая параллельно дыхание и обмен веществ мозга. Можно привести немало примеров из жизни растительных и животных клеток, подтверждающих, что не существует прямой взаимозависимости между ослаблением дыхания и задержкой других жизненных функций. Такие опыты были нами поставлены на животных. Оказалось, что даже значительное ослабление дыхания мозга, вызванное различными воздействиями на организм, не всегда нарушает в нем обмен веществ. Мозг приспособляется к недостатку кислорода и может сохранить свою активность до тех пор, пока не перейдет какой-то предел, т. е. пока изменения не станут необратимыми.

Большой популярностью пользовалась еще недавно липоидная теория наркоза, связывающая угнетающее действие наркотиков с их растворимостью в особых жироподобных веществах — липоидах. Однако установлено, что при наркозе в центральной нервной системе выключаются не столько богатые липоидами клетки, сколько их синаптические связи.

За последние годы предложено немало различных теорий наркоза (коллоидная, адсорбционная, мембранная и др.). Однако ни одна из них не может претендовать на исчерпывающую полноту.



Интересные данные, полученные в последние годы при изучении анатомии, физиологии, фармакологии ретикулярной формации головного мозга (стр. 90), заставили исследователей подойти по-новому к решению проблемы наркоза.

Своими неспецифическими импульсами ретикулярная формация держит в «тонусе» кору мозга, поддерживает активность сознания. Известно также, что определенные элементы этой формации имеют особое средство к некоторым химическим веществам (адреналин, норадреналин, ацетилхолин, серотонин, углекислота и т. д.). По-видимому, избирательная чувствительность ретикулярной формации к тем или другим наркотикам приводит к перерыву или блокаде активирующих влияний, непрерывно поступающих в кору бодрствующего мозга.

Различные наркотики в зависимости от химического строения, проницаемости гемато-энцефалического барьера и степени сродства к нервным клеткам ретикулярной формации по-разному нарушают ее активирующее влияние на кору больших полушарий и тормозящее, регулирующее влияние коры на ретикулярную формацию. Нарушаются связи между отдельными точками коры, прерывается взаимная информация, расстраивается сложная координированная система физиологических процессов в различных отделах головного мозга.

На смену бодрствованию приходят сонливость и сон, исчезает сознание, наступает наркоз. Лишь отдельные, подчас хаотические импульсы еще прорываются через заблокированные нервные клетки и их отростки. Но постепенно число импульсов становится все меньше и меньше. Чтобы наступил глубокий наркоз, вовсе не обязательно, чтобы то или иное химическое вещество проникло в определенные структуры нервной системы. Достаточно перерезать только одну коммуникацию, связывающую кору головного мозга с внешней средой, как на смену ясному сознанию приходит наркотический сон. Чтобы остановить самый сложный механизм, достаточно вынуть из него одну шестеренку; чтобы вызвать глубокий сон, нет необходимости насытить весь мозг наркотическими веществами. Достаточно выключить участок нервной ткани величиной с булавочную головку, чтобы парализовать несколько сот нейронов, поддерживающих активное состояние целых областей головного мозга. Эта теория наркоза, обос-

нованная мно-  
ми, широко  
очень заман-  
несколько н  
Обилие  
том, что во  
роятнее все  
вершающий  
ся из разли  
единому зна  
ученые.

Во мног  
можно или  
и хлорофор  
личество о  
пациентах,  
пути в этой  
вершенных

Состоян  
общего нар  
ляют много  
местному о

История  
лоидом из  
са. Уже да  
чайно тони  
настроение  
В 1902 г. н  
открытия  
обычно ве  
еще в 1879  
ликовал об  
шого коли  
рализует  
тельных н  
тать кока  
на людях.

Учение  
направлен  
ливающих  
введения в



нованная многочисленными экспериментальными данными, широко обсуждается в современной литературе. Она очень заманчива и не менее интересна, но время покажет, насколько неуязвимы ее позиции.

Обилие различных теорий уже само по себе говорит о том, что вопрос о сущности наркоза далеко не решен. Вероятнее всего, что сложный и многогранный процесс, совершающийся в нервной клетке при наркозе, складывается из различных компонентов и не может быть сведен к единому знаменателю, как это склонны делать некоторые ученые.

### Местное обезболивание

Во многих случаях применение общего наркоза невозможно или недоступно. Несмотря на то что под эфирным и хлороформным наркозом произведено бесчисленное количество операций на усыпленных, не ощущающих боли пациентах, научная мысль упорно ищет и находит новые пути в этой области. Каждый год приносит ряд более совершенных, более действенных средств обезболивания.

Состояние больного часто не допускает применения общего наркоза. Вот почему клиницисты и теоретики уделяют много внимания другому методу борьбы с болью — местному обезболиванию.

История местной анестезии связана с кокаином — алкалоидом из южноамериканского растения *Erythroxylon Coca*. Уже давно известно, что жевание листьев *Coca* необычайно тонизирует организм. Голод и усталость исчезают, настроение улучшается, работоспособность увеличивается. В 1902 г. кокаин был получен синтетическим путем. Честь открытия его обезболивающего действия приписывается обычно венскому главному врачу Карлу Келлеру. Однако еще в 1879 г. русский судебный медик В. К. Анреп опубликовал обширную статью, в которой на основании большого количества экспериментов доказывал, что кокаин парализует нервные окончания главным образом чувствительных нервов. В заключение Анреп рекомендовал испытать кокаин в качестве местноанестезирующего средства на людях.

Учение о местном обезболивании развивалось в двух направлениях: изыскание новых, менее ядовитых обезболивающих средств и разработка различных методов их введения в организм.



Кокаин представляет собою специфический нервный яд, действующий не только на нервные окончания, но и на центральную нервную систему. Он обладает особым сродством к нервной ткани и при соприкосновении с рецепторами или нервными стволами вызывает характерные изменения их чувствительности. Эти изменения обратимы: как только действие кокаина прекращается, чувствительность нервов восстанавливается. Гистологические исследования показали, что под влиянием кокаина в нервных волокнах возникают нарушения структуры.

Вскоре после открытия обезболивающего действия кокаина было отмечено, что впрыскивание его под кожу не является столь легким вмешательством, как это казалось вначале. Кокаин ядовит, и употребление его вызывает ряд тяжелых, иногда даже смертельных осложнений. При отравлении кокаином наблюдаются судороги, наступают расстройство дыхания, нарушение деятельности нервной системы. Поэтому химики всего мира немало поработали в поисках новых обезболивающих средств, обладающих свойствами кокаина, но лишенных его недостатков.

В 1905 г. был синтезирован новокаин. Удалось получить неядовитый препарат, обладающий всеми обезболивающими свойствами кокаина. В дальнейшем появились разнообразные препараты — монокаин, бенкаин, эфокаин, тиокаин, пантокаин, дикаин, совкаин, нафтокаин и множество других. По своему действию они приблизительно сходны друг с другом, и трудно какому-либо из них отдать предпочтение.

Чаще всего для целей местной анестезии применяется солянокислый новокаин. В Англии он носит название перкаина. При впрыскивании под кожу этот препарат вызывает полное местное обезболивание. Однако в отличие от кокаина он не действует на слизистые оболочки. Для усиления анестезирующего действия хирурги добавляют к раствору новокаина небольшое количество адреналина.

Как показали экспериментальные исследования, при местной анестезии блокируются чувствительные импульсы и центральная нервная система перестает получать раздражения, идущие от периферических рецепторов. Нервные окончания чувствительных нервов как бы выключаются, нервные стволы теряют способность проводить возбуждение.

Легче и быстрее  
станут воспринимать  
ниж. Затем после  
лода, тепла и поз  
тельные клетки  
только при введе  
вещества. Чем т  
дается обезболи  
зирующих раство  
ся последним. Б  
безмякотных, на  
ку болевые импу  
локнам типа С,  
мает болевое оп  
ного раствора ко  
боль и восприни  
ятие сладкого, о  
продолжает реа  
дражения.

В современно  
обезболивание,  
нить общий на  
весьма эффекти  
ных участков те  
слабым раствор  
ткани, подлежа  
вительных нер  
Местное об  
гическое преим  
раздражение в  
сы выключают  
центральную н  
хики больного.  
рованное обезб  
с общим нарко  
как наряду с  
ляет больного  
Удобен в  
спинномозгов  
ся в спинном  
обезболивание  
чувствительные  
сигналы в спин



Легче и быстрее всего при местной анестезии перестают воспринимать раздражение рецепторы прикосновения. Затем последовательно исчезает ощущение боли, холода, тепла и позже других — ощущение давления. Двигательные клетки парализуются в последнюю очередь и только при введении больших количеств анестезирующего вещества. Чем толще нервный ствол, тем труднее он поддается обезболиванию при разных концентрациях анестезирующих растворов. Самый толстый ствол анестезируется последним. Быстрее всего возбуждение блокируется в безмякотных, наиболее тонких нервных волокнах. Поскольку болевые импульсы передаются преимущественно по волокнам типа С, введение кокаина в первую очередь снимает болевое ощущение. При накапывании на язык 2%-ного раствора кокаина испытуемый перестает чувствовать боль и воспринимать горький вкус. В то же время восприятие сладкого, соленого и кислого сохраняется и язык продолжает реагировать на тепловые и холодовые раздражения.

В современной хирургии широко применяется местное обезболивание, хотя не во всех случаях оно может заменить общий наркоз. За последние годы разработан ряд весьма эффективных методов местной анестезии отдельных участков тела. Принцип их сводится к пропитыванию слабым раствором какого-либо обезболивающего вещества ткани, подлежащей рассечению, или блокированию чувствительных нервных стволов.

Местное обезболивание имеет определенное физиологическое преимущество перед общим. Оно снимает болевое раздражение в месте его возникновения. Болевые импульсы выключаются в момент их рождения и не поступают в центральную нервную систему, что очень важно для психики больного. Некоторые хирурги рекомендуют комбинированное обезболивание, т. е. сочетание местной анестезии с общим наркозом. Этот метод имеет преимущества, так как наряду с прекращением болевой импульсации «избавляет больного от присутствия на собственной операции».

Удобен в некоторых случаях метод так называемой спинномозговой анестезии, при котором новокаин вводится в спинномозговой канал. При этом наступает полное обезболивание всей нижней половины туловища, так как чувствительные нервные корешки перестают передавать сигналы в спинной мозг.



Вряд ли для читателя-неспециалиста представляют интерес различные формы и вариации местного обезболивания. Они подробно описаны во врачебных руководствах и отличаются друг от друга методом введения анестезирующего раствора, его количеством, сочетанием обезболивающих средств и применением усиливающих анестезию препаратов.

\* \* \*

Учение о боли имеет свои исторические этапы, и путь его в развитии естествознания отмечен немалым числом не только достижений, но и ошибок, просчетов, заблуждений. Открытие наркоза — важнейшая, переломная веха в борьбе с болью, но она еще далека от окончательной победы над нею.

Миновало время, когда медицина в своем беспомощном стремлении освободиться от болевого страдания призывала страждущих к терпению и мужеству, ничего или почти ничего не предоставляя им взамен. Умение преодолевать самые жестокие боли считалось высшим достижением человеческого духа.

Сейчас мы располагаем огромными возможностями в борьбе с болью. Число успокаивающих, притупляющих, облегчающих болевое ощущение препаратов увеличивает-ся с каждым годом. Однако открытие хирургического обезболивания — это лишь начало большого, пока еще не завершенного дела. Перед учеными всех стран, перед физиологами, фармакологами, медиками стоит важнейшая, бесспорно выполнимая задача — найти действенное, безопасное и доступное средство, позволяющее регулировать состояние и активность болевой системы в организме.

Предисловие ..

От автора ..

Глава 1. Шест

Глава 2. Раздра

Нервная клетка

Рефлекс .. ..

Условный рефлекс

Глава 3. Периф

Рецепторы .. ..

Рецепторы боли

Проводники возбу

Глава 4. Цент

Спинной мозг ..

Головной мозг ..

Зрительные бу

Ретикулярная

Кора больших

Глава 5. Вегетат

Периферическая

Центральная орга

Глава 6. Химиче

Внутренняя среда

Гомеостаз .. ..

Гуморальная регул

Медиаторы .. ..

Катехоламины.

Гистамин .. ..

Серотонин (5-

Мозговой барьер ..



## О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие .. .. .	3
От автора .. .. .	5
Глава 1. Шестое чувство .. .. .	7
Глава 2. Раздражение, ощущение, рефлекс .. .. .	24
Нервная клетка .. .. .	30
Рефлекс .. .. .	35
Условный рефлекс .. .. .	39
Глава 3. Периферические механизмы болевого ощущения	44
Рецепторы .. .. .	44
Рецепторы боли .. .. .	54
Проводники возбуждения .. .. .	64
Глава 4. Центральные механизмы болевого ощущения	79
Спинной мозг .. .. .	79
Головной мозг .. .. .	82
Зрительные бугры .. .. .	85
Ретикулярная формация .. .. .	89
Кора больших полушарий мозга .. .. .	99
Глава 5. Вегетативные механизмы боли .. .. .	107
Периферическая организация вегетативных процессов	107
Центральная организация вегетативных процессов .. .. .	116
Глава 6. Химическая регуляция функций .. .. .	127
Внутренняя среда .. .. .	127
Гомеостаз .. .. .	131
Гуморальная регуляция .. .. .	134
Медиаторы .. .. .	137
Катехоламины, Ацетилхолин .. .. .	137
Гистамин .. .. .	142
Серотонин (5-окситриптамин) .. .. .	146
Мозговой барьер .. .. .	150



Глава 7. Химия боли .. .. .	162
Глава 8. Формирование болевого ощущения .. .. .	184
Протопатическая и эпикритическая чувствительность	184
Компоненты болевого синдрома .. .. .	193
Глава 9. Болевое восприятие .. .. .	202
Повышенная чувствительность к боли .. .. .	210
Пониженная чувствительность к боли .. .. .	212
Глава 10. Методы экспериментального изучения болевого ощущения .. .. .	216
Глава 11. Висцеральная боль .. .. .	234
Болевая чувствительность внутренних органов .. .. .	236
Истинная и отраженная боль .. .. .	243
Глава 12. Боль — болезнь .. .. .	257
Головная боль .. .. .	257
Мигрень .. .. .	264
Мышечная боль .. .. .	270
Фантомные боли .. .. .	272
Каузалгия .. .. .	276
Зуд .. .. .	279
Глава 13. Реакция организма на боль .. .. .	285
Боль и железы внутренней секреции .. .. .	289
Болевой синдром .. .. .	298
Шок .. .. .	306
Глава 14. Эмоциональные аспекты боли .. .. .	310
Индивидуальная оценка болевого ощущения .. .. .	310
Болевые эмоции .. .. .	320
Глава 15. Фармакология боли .. .. .	341
Болеутоляющие средства .. .. .	343
Общее обезболивание .. .. .	352
Теории и загадки наркоза .. .. .	364
Местное обезболивание .. .. .	369



.. .. 162  
.. .. 184  
НОСТЬ 184  
.. .. 193  
.. .. 202  
.. .. 210  
.. .. 212  
ого  
.. .. 216  
.. .. 234  
.. .. 236  
.. .. 243  
.. .. 257  
.. .. 257  
.. .. 264  
.. .. 270  
.. .. 272  
.. .. 276  
.. .. 279  
.. .. 285  
.. .. 289  
.. .. 298  
.. .. 306  
.. .. 310  
.. .. 310  
.. .. 320  
.. .. 341  
.. .. 343  
.. .. 352  
.. .. 364  
.. .. 369



64 коп.



ПРИРАЧНИК

ПО РАБОТУ

С ПЕЧАТНИКАМИ

И КОПИРОВАНИИ